

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA PRO SÍDLO FIRMY

AIR-CONDITIONING FOR COMPANY SEAT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Halla

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	B3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608R001 Pozemní stavby
PRACOVISŤE	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

STUDENT	Ondřej Halla
NÁZEV	Vzduchotechnika pro sídlo firmy
VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	30. 11. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tématem této bakalářské práce je návrh vzduchotechniky sídla firmy. Jedná se o dvoupodlažní objekt obsahující administrativní i skladovací/díleenské prostory. Řešená část je však pouze první podlaží. Cílem práce je navrhnout optimální řešení pro zajištění požadovaného vnitřního mikroklima. Teoretická část práce je věnována vodní klimatizaci.

PREFACE

This bachelor thesis deals with the design of HVAC system for the company seat. Thesis only solves the first floor of two-storey building, which contains administration and storage part. The outcome of the work should be appropriate draft of the system ensuring required indoor climate. Theory part is focused on water system of air-conditioning.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, větrání, klimatizace, mikroklima, distribuce vzduchu, sklad

KEY WORDS

Ventilation, air-conditioning, indoor climate, air distribution, storage

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HALLA, Ondřej. *Vzduchotechnika pro sídlo firmy*. Brno, 2017. 99 s., 12 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně – Fakulta stavební, Ústav zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2017

.....
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ:

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce, paní Ing. Olze Rubinové, Ph.D. za trpělivost a odbornou pomoc poskytnutou v průběhu vzniku této práce. Dále potom patří velký dík mé rodině za podporu při studiu.

OBSAH

OBSAH	8
ÚVOD	10
A. TEORETICKÁ ČÁST	11
A.1 ÚVOD	12
A.2 KLIMATIZAČNÍ SYSTÉMY	12
A.2.1 PŘÍMÉ CHLAZENÍ	12
A.2.1.1 CHLADIVOVÉ SYSTÉMY	12
A.2.2 NEPŘÍMÉ CHLAZENÍ	14
A.2.2.1 VODNÍ SYSTÉMY	15
A.2.2.2 VZDUCHOVÉ SYSTÉMY	21
A.2.2.3 KOMBINOVANÉ SYSTÉMY	22
A.2.3 ZDROJE CHLADU	23
A.2.3.1 KOMPRESOROVÉ CHLAZENÍ	23
A.2.3.2 ABSORPČNÍ CHLAZENÍ	26
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	27
B.1 ANALÝZA OBJEKTU	28
B.1.1 POPIS ŘEŠENÉHO OBJEKTU	28
B.1.2 NÁVRHOVÉ PARAMETRY	28
B.1.3 ROZDĚLENÍ DO FUNKČNÍCH ZÓN, KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	29
B.2 TEPELNÁ BILANCE	31
B.2.1 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ	31
B.2.2 TEPELNÉ ZTRÁTY	32
B.2.3 TEPELNÉ ZISKY	35
B.3 PRŮTOKY VZDUCHU, TLAKOVÉ POMĚRY	46
B.4 DISTRIBUCE VZDUCHU	48
B.4.1 DISTRIBUČNÍ PRVKY	48
B.4.2 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ	53
B.5 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK	57
B.5.1 ZAŘÍZENÍ Č. 2	57
B.5.2 ZAŘÍZENÍ Č. 1 A 3	61
B.6 ÚTLUM HLUKU	65
B.7 IZOLACE POTRUBÍ	75
B.8 NÁVRH DVEŘNÍ CLONY	77
B.9 KONCEPCE CHLAZENÍ	79
C. PROJEKT	80
C.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA	81
C.1.1 ÚVOD	81
C.1.1.1 POPIS ZADANÉHO OBJEKTU	81

C.1.1.2	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	81
C.1.1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ	81
C.1.1.4	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ.....	82
C.1.2	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	83
C.1.2.1	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE.....	84
C.1.2.2	ENERGETICKÉ ZDROJE	84
C.1.3	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	85
C.1.3.1	KONCEPCE VĚTRACÍCH A KLIMATIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ	85
C.1.4	NÁROKY NA ENERGIE.....	88
C.1.5	MĚŘENÍ A REGULACE.....	88
C.1.6	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE	88
C.1.6.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY.....	88
C.1.6.2	SILNOPROUD	88
C.1.6.3	VYTÁPĚNÍ	88
C.1.6.4	CHLAZENÍ	88
C.1.6.5	ZDRAVOTNÍ TECHNIKA	88
C.1.7	PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ	89
C.1.8	IZOLACE A NÁTĚRY.....	89
C.1.9	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ	89
C.1.10	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ	89
C.1.11	ZÁVĚR	89
C.1.12	TABULKA ZAŘÍZENÍ	89
C.2	TECHNICKÁ SPECIFIKACE.....	91
C.3	REGULAČNÍ SCHÉMA	93
	ZÁVĚR.....	94
	POUŽITÉ ZDROJE	95
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	96
	PŘÍLOHY	98

ÚVOD

Tématem této bakalářské práce je návrh vzduchotechniky sídla firmy. Jedná se o dvoupodlažní objekt obsahující administrativní i skladovací/dílenské prostory. Řešená část je však pouze první podlaží. Cílem práce je navrhnout optimální řešení pro zajištění požadovaného vnitřního mikroklima. Poté vytvořit projekt na úrovni prováděcí dokumentace.

V teoretické části se budu věnovat chladícím systémům, s následným důkladnějším přiblížením systémů vodní klimatizace.

A. TEORETICKÁ ČÁST

A.1 Úvod

Klimatizace má za úkol vytvořit v interiéru budovy ideální mikroklima. Zejména snížením teploty a vlhkosti vzduchu. Nároky na standard vnitřního vzduchu rostou a s nimi i četnost výskytů a potřeby instalace klimatizačních zařízení ve stavbách. Nejčastěji v budovách administrativního a obdobného charakteru, kde vznikají významné tepelné zisky okny radiací, z důvodu velkých prosklených ploch. Nicméně dnes je již více než obvyklé instalovat chladicí techniku nejen do významných, veřejných nebo velkých objektů, ale i do rodinných domů. Význam tvorby ideálních podmínek pro obývání budov z hlediska kvality vzduchu tedy stoupá.

V této části bakalářské práce uvedu druhy chladících systémů, s následným důkladnějším přiblížením systémů vodní klimatizace.

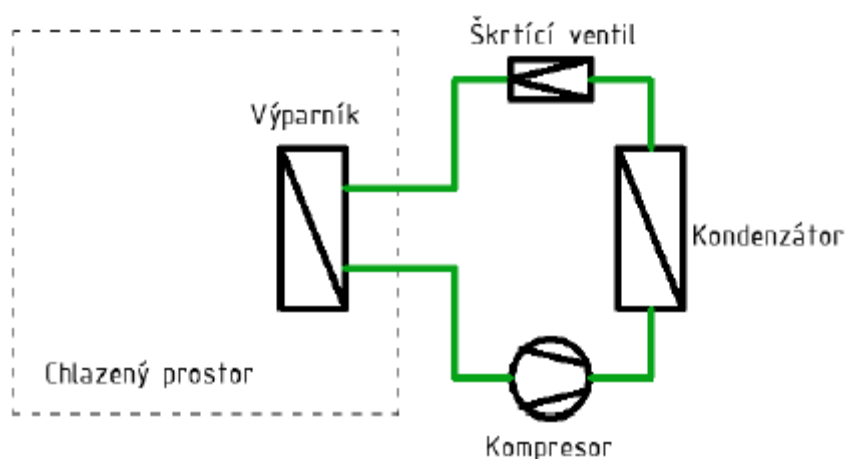
A.2 Klimatizační systémy

Základní rozdělení klimatizačních zařízení je založeno především na látce, která zajišťuje přívod tepla či chladu do prostoru. Klimatizační systémy se tedy dělí na vzduchové, vodní, chladivové a kombinované. [1]

A.2.1 Přímé chlazení

A.2.1.1 Chladivové systémy

Chladivové systémy využívají přímo oběhu chladiva. Ve vnitřní jednotce je osazen výměník (výparník) a cirkulační ventilátor, ve venkovní jednotce kompresor a výměník (kondenzátor) a ventilátor. Veškerá energie je do prostoru přiváděna chladivem. [1] Přímé systémy chlazení nezajišťují větrání, tzn. nepřivádějí čerstvý vzduch, pouze chladí vzduch v místnosti.

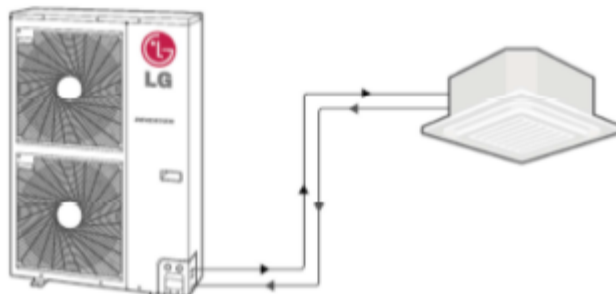


Obrázek 1 Schéma přímého chlazení [2]

Chladivové systémy může dle počtu vnitřních jednotek a jejich propojení dělit na:

Split systém

Systém obsahuje pouze jednu vnitřní a jednu vnější jednotku.



Obrázek 2 Schéma split systému

Multiplit systém

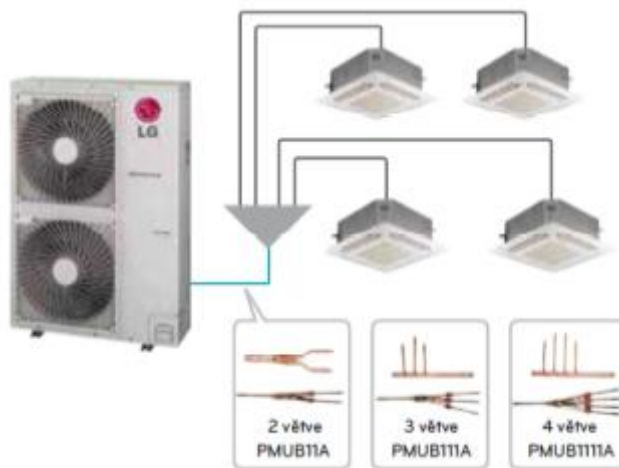
Je tvořen jednou vnější a několika vnitřními jednotkami. Ty jsou připojena samostatným potrubím a jsou na sobě tedy nezávislé.



Obrázek 3 Schéma systému Multisplit

VRF systém

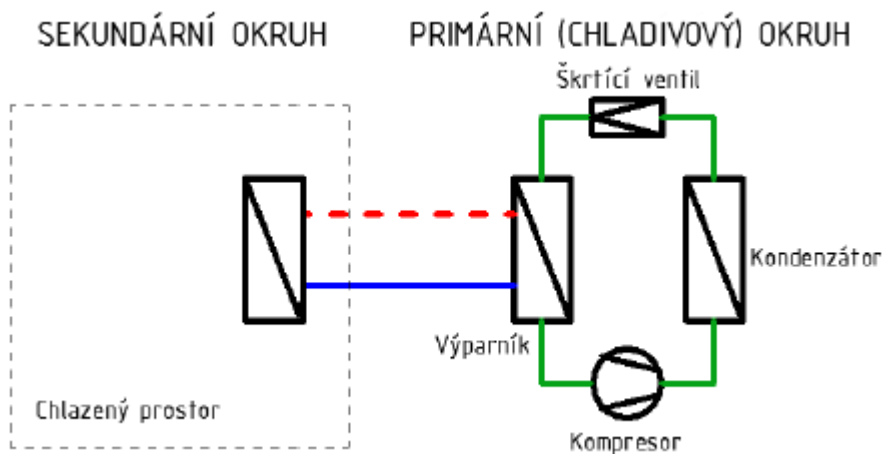
Rovněž jako u Multisplit systému se jedná o sestavu jedné vnější s více vnitřními jednotkami, nicméně připojovací potrubí je rozděleno do více větví, aby každé spojení vnitřní jednotky s venkovní bylo co možná nejkratší.



Obrázek 4 Schéma VRF systému

A.2.2 Nepřímé chlazení

Chlazení látky se děje přes pomocnou teplotonosnou látku. [3] To znamená že teplo odváděné z ochlazované místnosti je *nepřímo* převáděno do chladiva pomocí teplotonosné látky.



Obrázek 5 Schéma nepřímého chlazení [2]

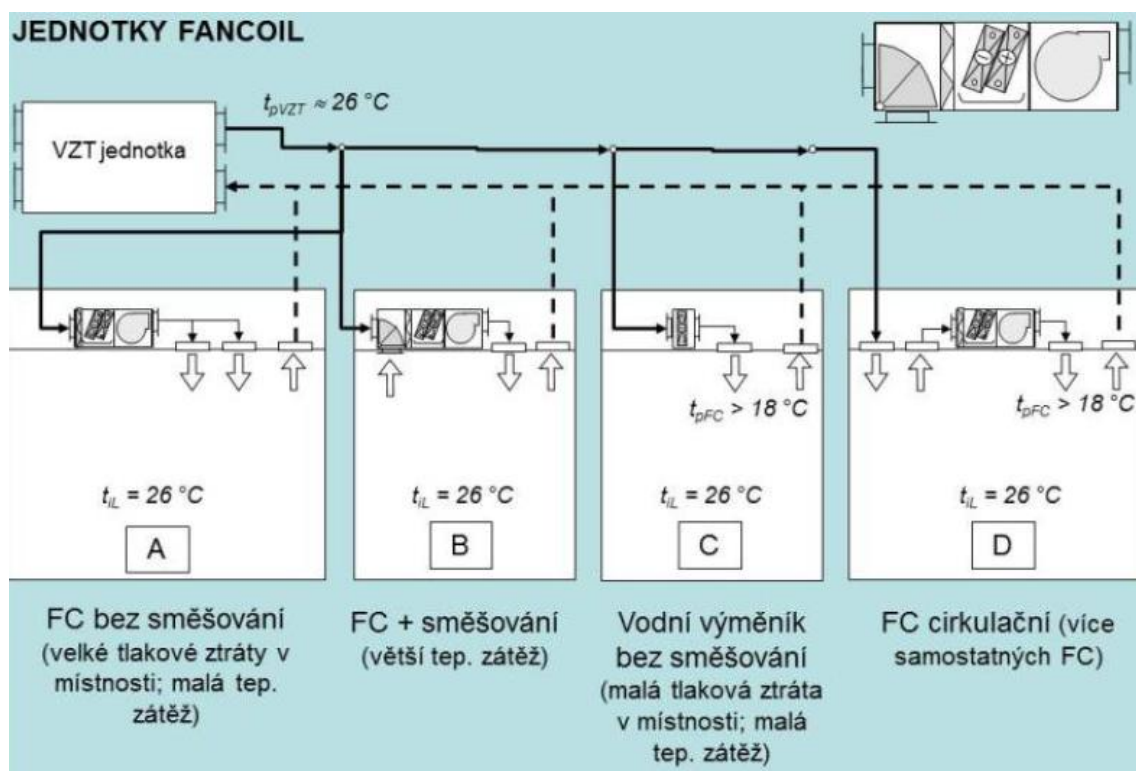
Dle teplotonosné látky nepřímé chlazení dále dělíme na vodní, vzduchové a kombinované systémy nepřímého chlazení.

A.2.2.1 Vodní systémy

Vodní systémy chlazení nezajišťují větrání, pouze pracují se oběhovým vzduchem. Teplonosná látka (voda) odvádí prostřednictvím výměníku umístěného v spotřebiči chladu teplo z interiéru a je opět ochlazována ve výparníku zdroje chladu. Teplotní spád vody bývá v rozmezí 7/13 °C až 10/15 °C. Dále se budu zabývat konkrétními spotřebiči chladu vodního systému, a to jsou fancoil jednotky a chladicí stropy.

Jednotky fancoil

Pojmem fancoil se rozumí ventilátorová jednotka s vodními výměníky. Úprava vzduchu probíhá přímo v jednotce a pracuje zejména s oběhovým vzduchem, nicméně může zde být zaústěň i přívod větracího vzduchu. [3]



Obrázek 6 Možnosti zapojení jednotek fancoil

Fancoil jednotky jsou nejběžnějším spotřebičem chladu. Používají se jak na chlazení, tak i na topení. Existuje mnoho variant a provedení těchto jednotek.

Ovládání jednotek umožněno zvláště přímo v ochlazovaných místnostech, obvykle nástěnným nebo dálkovým infraovladačem.

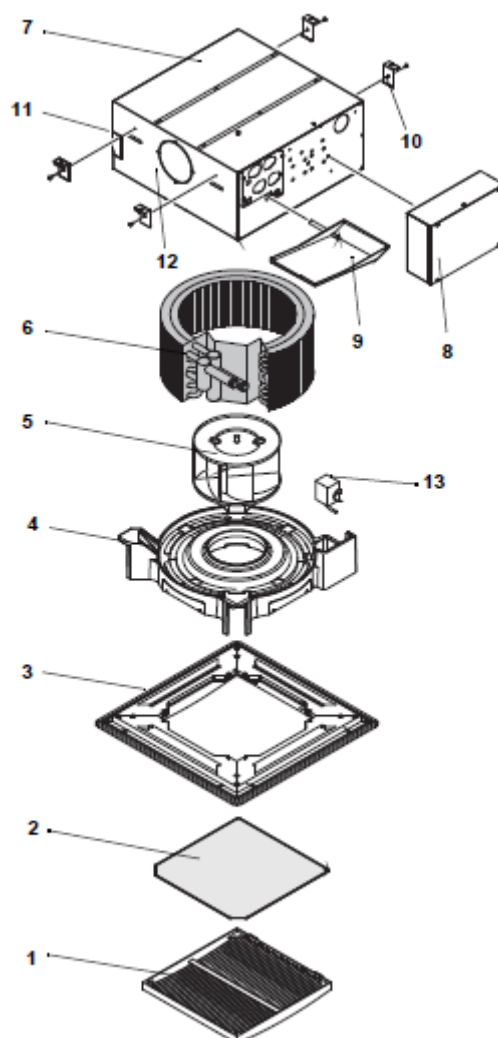
Typy jednotek fancoil:

Kazetové

Jedná se o jednotky zabudované do podhledu, tudíž viditelná pouze spodní (pohledová strana jednotky). Umožňuje nastavit směr výfuku do zvolených stran.



Obrázek 7 Kazetová jednotka fancoil



Obrázek 8 Konstrukční díly podstropní kazetové fancoil jednotky [4]

- 1: Sací mřížka, 2: Filtř, 3: Podhledový panel s lamelami, 4: Hlavní kondenzační vana, 5: Radiální ventilátor
6: Výměník 7: Skříň jednotky 8: Elektroskříň 9: Boční kondenzační vana, 10: Montážní úhelníky
11: Otvor pro přívod primárního vzduchu, 12: Otvor pro vzduchotechnické potrubí externí vyústky
Poz. 13: Čerpadlo kondenzátu

Nástěnné

Jednotky určené k montáži na zeď, nejčastěji používány v případě absence podhledů.



Obrázek 9 Nástěnná jednotka fancoil

Podstropní/parapetní jednotky

Existují dvě možnosti umístění, buď pod strop s vodorovným výfukem vzduchu nebo pod parapet s výfukem svislým, směrem vzhůru. Druhé jmenované umístění vhodné pro topení pomocí fancoil jednotek v zimním období.



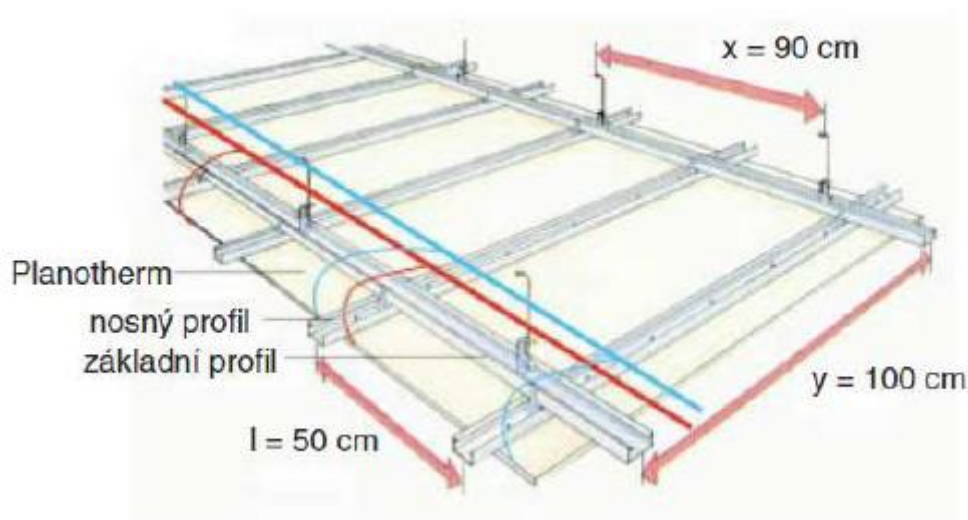
Obrázek 10 Podstropní jednotka fancoil

Chladicí stropy

Jedná se o sálavý chladicí systém. Citelná tepelná zátěž prostoru je odváděna velkoplošnými vodou chlazenými panely, které jsou instalovány většinou do podhledů místností, ale mohou být umístěny i přímo ve stropní konstrukci, nebo na stěnách. Objemový průtok vzduchu paralelně pracujícího vzduchotechnického zařízení pak může být redukován pouze na potřebnou, minimální dávku čerstvého vzduchu. Pokud chladicí výkon stropu nepostačuje pro odvod tepelné zátěže, doporučuje se doplnit chlazení do přiváděného větracího vzduchu, např. zaplavinovacím systémem. [6]

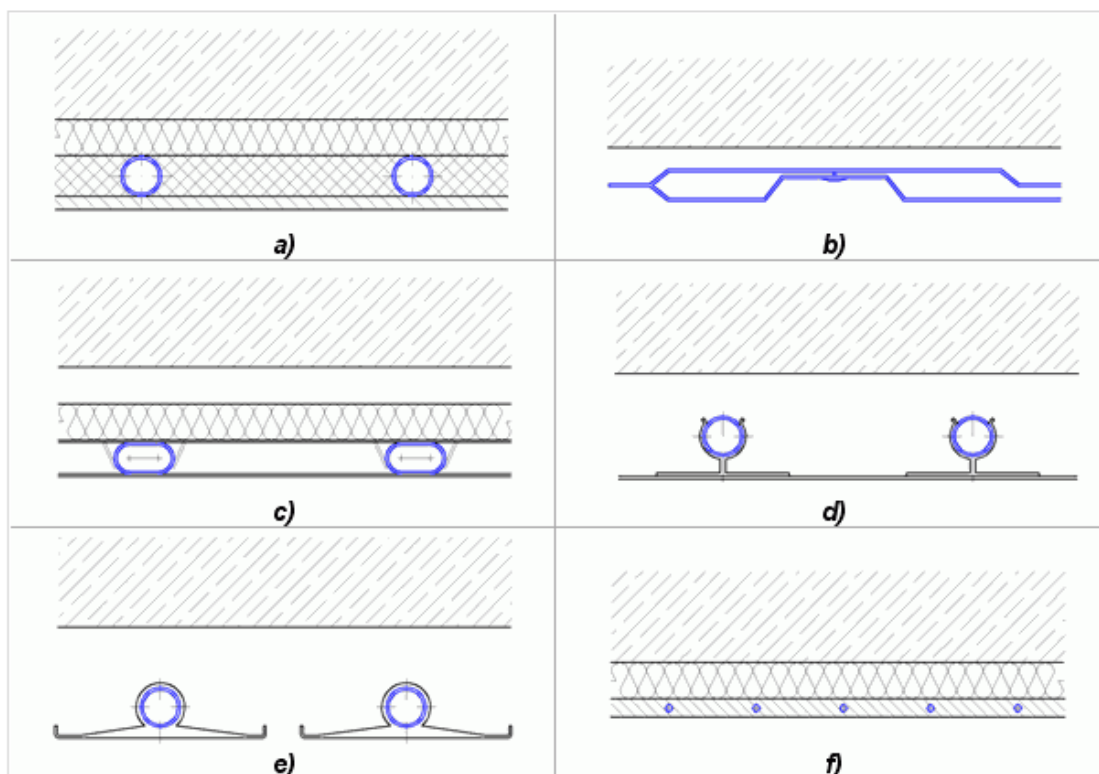
Výhodou chladících stropů je skutečnost že nehrozí průvan ani hluk, je to úspornější systém chlazení než vzduchotechnický, vhodná je i jeho kombinace s VZT. Nevýhodou je nemožnost odvést vlhkostní zátěž, možná kondenzace na povrchu a v neposlední řadě vysoká cena. [7]

Dle konstrukce chladícího stropu rozlišujeme na typ masivní a lehký. V případě masivních chladících stropů je potrubí s teplotonosnou látkou vedeno přímo v betonové stropní konstrukci. U lehkého systému je potrubí vedeno v podhledu.



Obrázek 11 Chladicí strop lehký

Lehké chladicí stropy můžeme navíc rozdělit na otevřené a uzavřené. Otevřené umožňují mezerami proudění vzduchu až ke stropu, převažuje konvektivní složka přenosu tepla. U uzavřené lehkých chladících stropů převládá sálavá složka přenosu tepla.



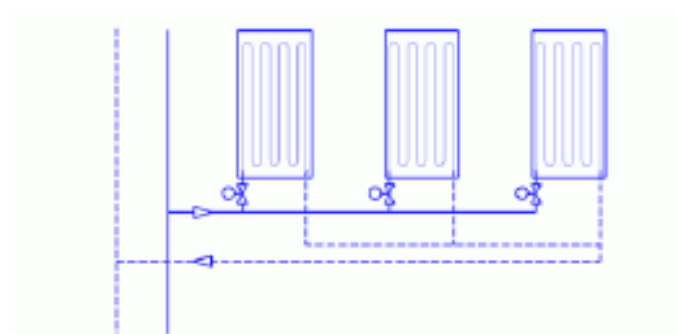
Obrázek 12 Schématické řezy základními konstrukcemi chladicích stropů [6]

- a. *Masivní chladicí strop jako součást stropní konstrukce*
- b. *Modulační klima deska*
- c. *Chladicí panely umístěné v podhledové konstrukci opatřené izolací*
- d. *Lamelový chladicí strop upevněný na vodní potrubí*
- e. *Otevřený chladicí strop v podobě protlačovaných profilů s vodními kanály*
- f. *Kapilární systém umístěný v omítce*

Hydraulické zapojení

Dvoutrubkové zapojení

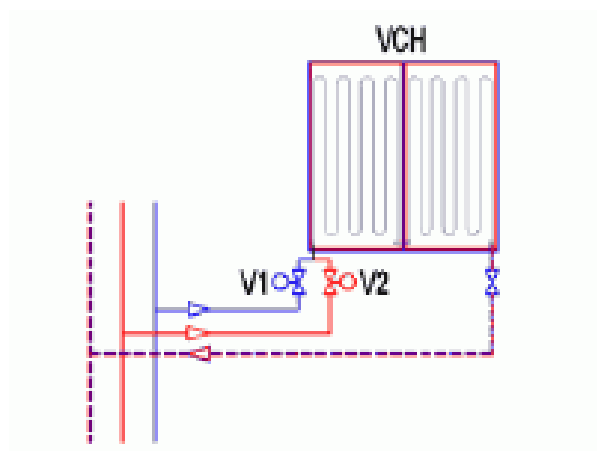
Pouze jeden výměník, horizontální a vertikální rozvodná soustava potrubí. Možnost dopravovat pouze teplou či studenou vodu. Výhodou dvoutrubkového zapojení je jednoznačně jednoduchost provádění rozvodů, nevýhodou pak omezená možnost regulace.



Obrázek 13 Dvoutrubkové zapojení

Třítrubkové zapojení

Možnost přivádět samostatně teplou a chladicí vodu (dvě přívodní potrubí), vratné potrubí společné. Jako u dvoutrubkového systému zapojení, tento systém obsahuje taky pouze jeden výměník. Výhodou je dobrá regulace teploty díky míchání tepné a chladicí vody, nicméně energeticky velmi náročná možnost zapojení.



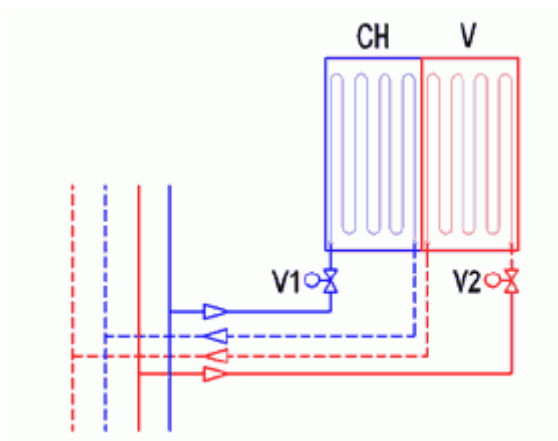
Obrázek 14 Třítrubkové zapojení

Čtyřtrubkové zapojení

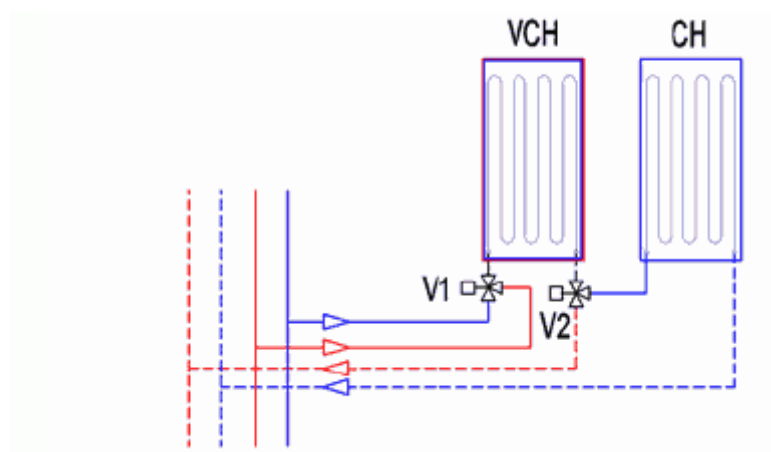
V jednotce se nachází buď jeden nebo dva výměníky. Každý výměník má příslušné přívodní a odvodní potrubí chladicí popř. topné vody.

V případě pouze jednoho vodního výměníku, kdy můžeme buď chladit nebo topit mluvíme o tzv. přepínacím systému.

Výhodou je rovněž jako u třítrubkového zapojení dobrá možnost regulace, tentokrát však ne na úkor velkých energetických nákladů. Nevýhodou je složitější provádění rozvodů potrubní sítě.



Obrázek 15 Nepřepínací čtyřtrubkové zapojení



Obrázek 16 Přepínací čtyřtrubkové zapojení

A.2.2.2 Vzduchové systémy

Teplonosnou látkou je přímo větrací vzduch ochlazení v chladiči centrální VZT jednotky. Systém vhodný pro potřeby velké výměny vzduchu a relativně nízkou tepelnou zátěží. Do všech prostor obsluhovaných tímto zařízením se přivádí vzduch o stejných vlastnostech. Výhodou je snadná regulace teploty přiváděného vzduchu.

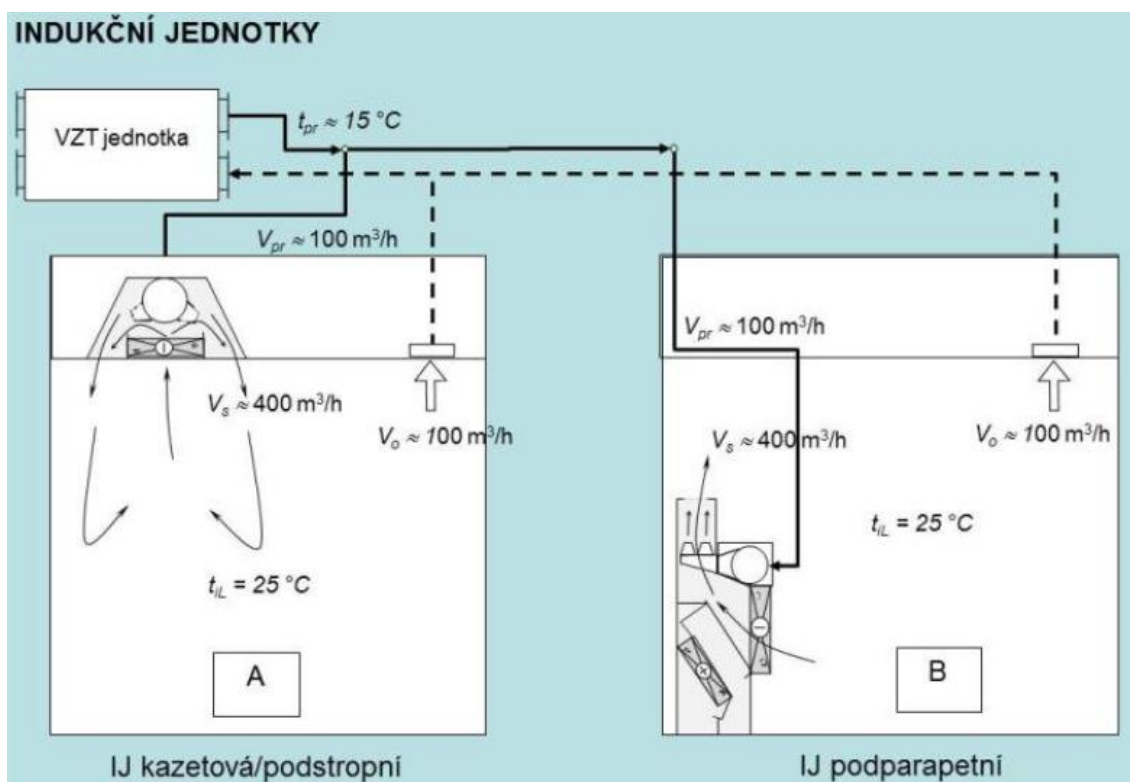
A.2.2.3 Kombinované systémy

Systémy s indukčními jednotkami

Indukční jednotka je kombinací přímým a nepřímým systémem chlazení. Obsahuje tepelné výměníky, avšak je i vyústí vzduchotechnického potrubí. Úprava vzduchu probíhá ve dvou fázích, v té první se upravuje primární vzduch ve strojovně na určitou teplotu a jeho přívodem přes trysku se díky uspořádání jednotky přisává sekundární vzduch z místnosti, který se následně ochladí průchodem přes tepelný výměník umístěný v IJ. Poměr mezi přivedeným (primárním) a přisátým vzduchem z interiéru (sekundárním) se nazývá indukční poměr.



Obrázek 17 Princip fungování indukční jednotky



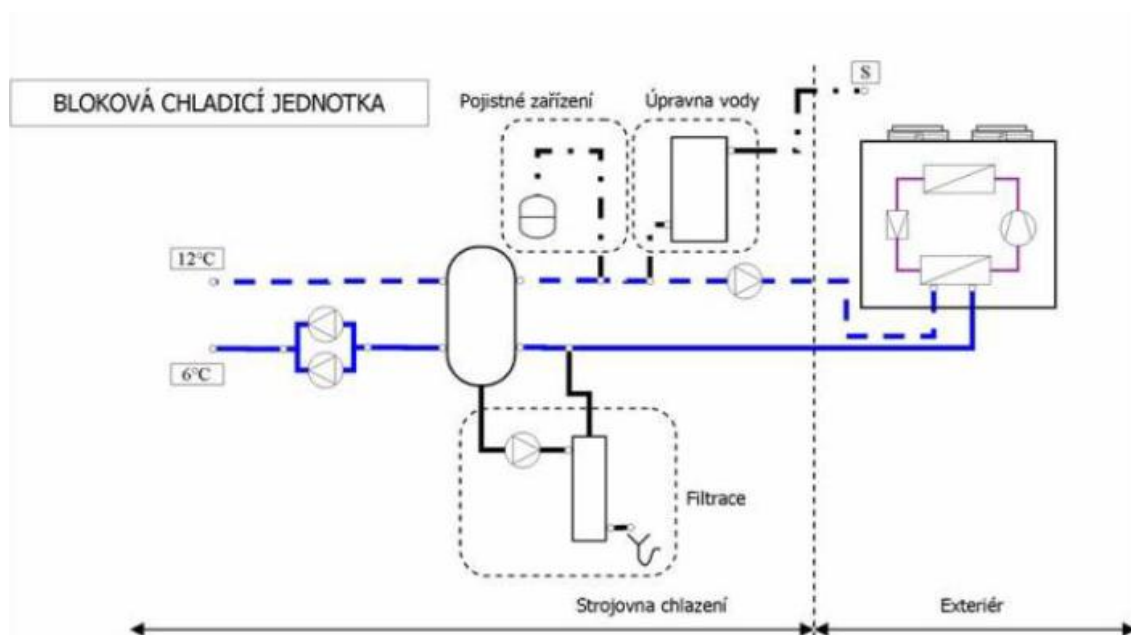
Obrázek 18 Možnosti provedení indukčních jednotek

A.2.3 Zdroje chladu

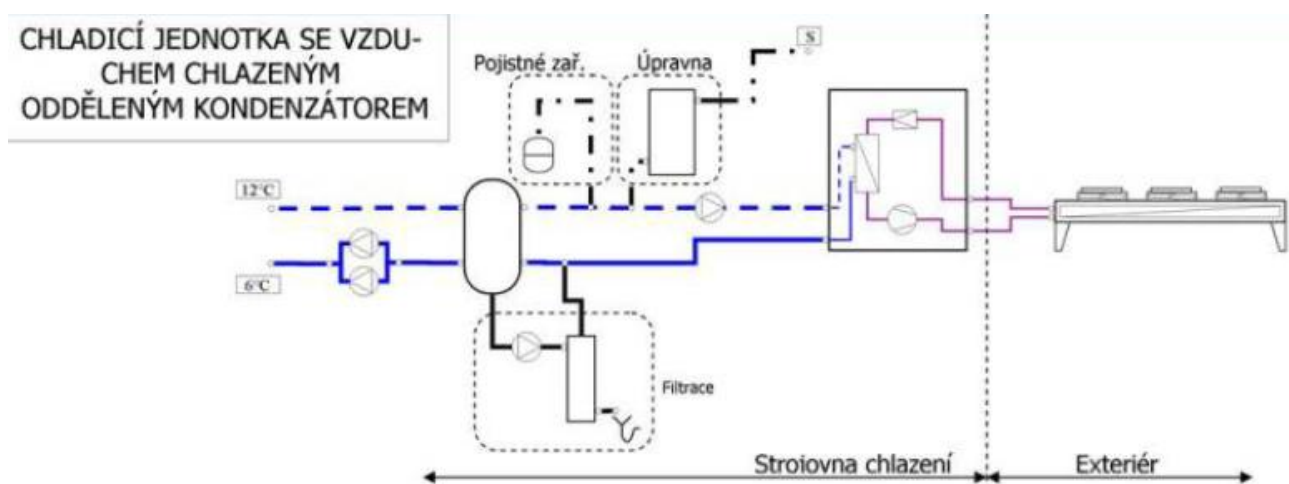
A.2.3.1 Kompresorové chlazení

Při kompresorovém chlazení probíhá obrácený Carnotův cyklus. Chladicí okruh se sestává ze čtyř základních součástí, a to kompresoru, kondenzátoru, škrtící ventilu a výparníku. Ty jsou navzájem propojeny chladivovým potrubím.

Zdroje chladu dle typu a uspořádání dělíme na následující:



Obrázek 19 Bloková chladicí jednotka



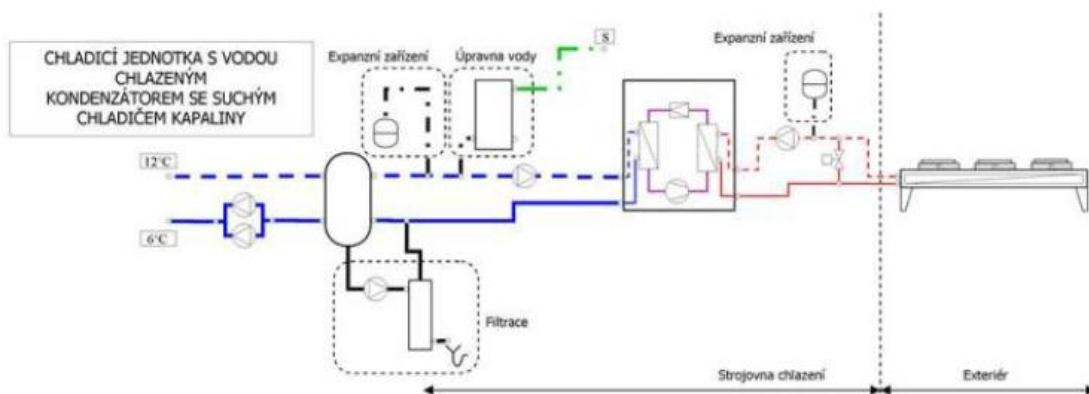
Obrázek 20 Chladicí jednotka se vzduchem chlazeným kondenzátorem



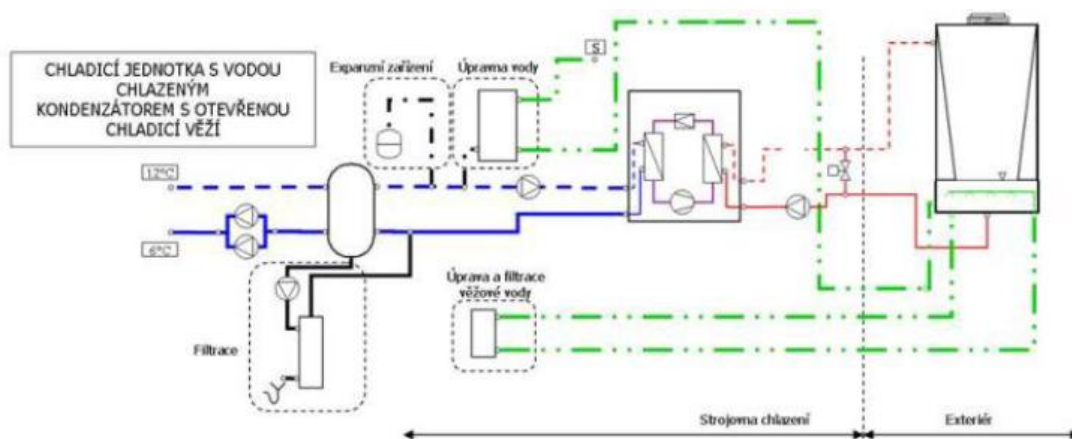
Obrázek 21 Vzduchem chlazený kondenzátor



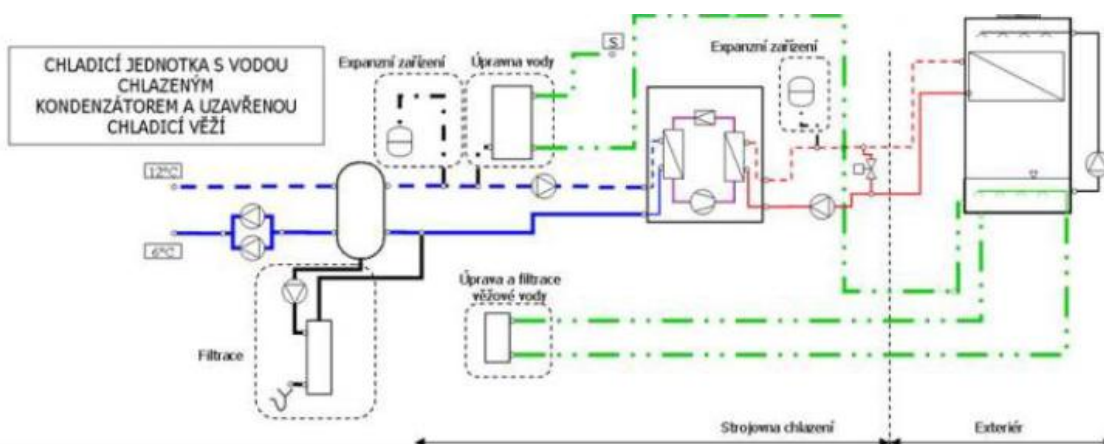
Obrázek 22 Bloková chladicí jednotka



Obrázek 23 Chladicí jednotka s vodou chlazeným kondenzátorem se suchým chladičem kapaliny



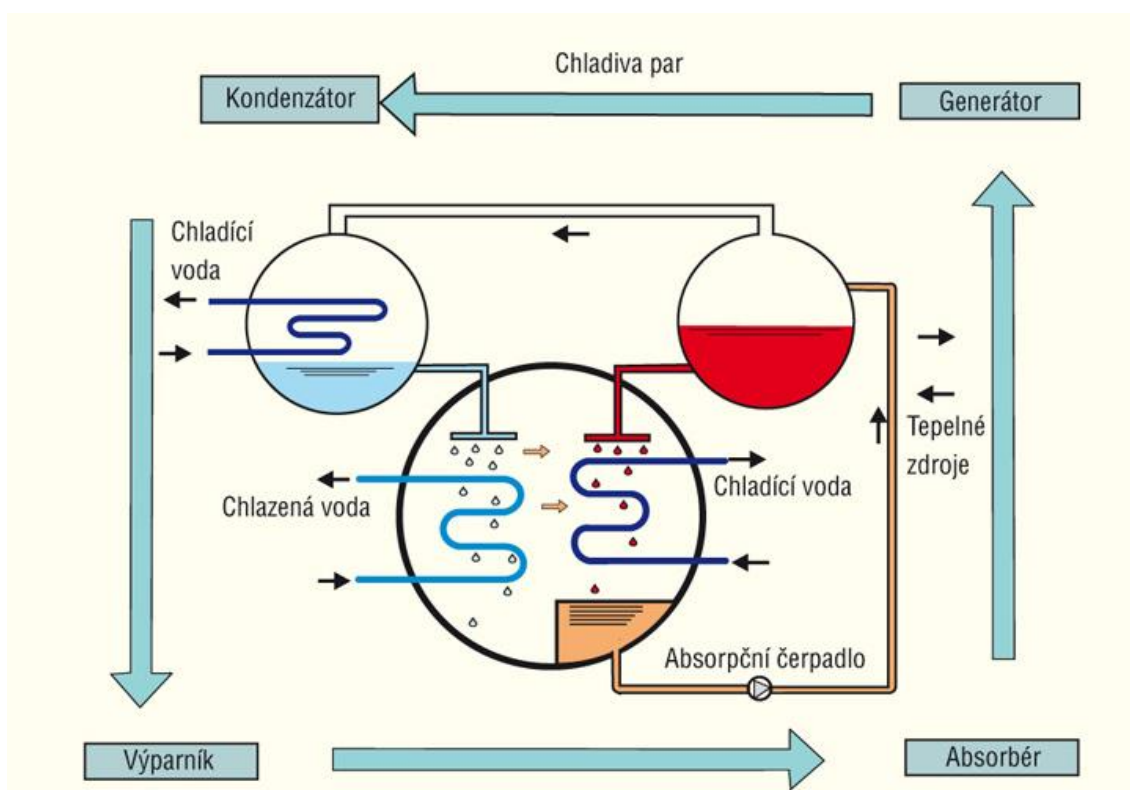
Obrázek 25 Chladicí jednotka s vodou chlazeným kondenzátorem s otevřenou chladicí věží



Obrázek 24 Chladicí jednotka s vodou chlazeným kondenzátorem a uzavřenou chladicí věží

A.2.3.2 Absorpční chlazení

Absorpční systémy využívají tepelné energie k výrobě chladicího efektu. V těchto systémech chladivo, tj. voda, absorbuje teplo v nižší teplotě a nižším tlaku během odpařování a uvolňuje teplo ve vyšší teplotě a vyšším tlaku během kondenzace. Chladivo prochází sérií procesů k dokončení chladicího cyklu. Jedná se zejména o odpařování, absorpci, proces tlaku, kondenzaci, škrcení a expanzi. Během tohoto cyklu chladivo absorbuje teplo z nízkoteplotního zdroje tepla a uvolňuje jej na vysokou teplotu a klesne. [10]



Obrázek 26 Princip absorpčního chlazení

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 Analýza objektu

B.1.1 Popis řešeného objektu

Jedná se o dvoupodlažní objekt sídla firmy, nacházející se v Brně. V prvním patře se nachází víceúčelová místnost (showroom) s odpovídajícím zázemím, sklad s menší dílnou a sociální zázemí pro zaměstnance. V druhém nadzemním podlaží se poté nachází prostory administrativní části firmy a terasa. V této práci je řešen návrh vzduchotechniky pouze pro první nadzemní podlaží budovy.

B.1.2 Návrhové parametry

- Lokalita: Brno
- Zimní venkovní výpočtová teplota: -12 °C
- Letní venkovní výpočtová teplota: 30 °C

Tabulka B.1 Tabulka parametrů

Místnost				Mezní požadované hodnoty		
M.Č.	Název	Plocha	Objem	t _i léto	t _i zima	Rel. Vlhkost
		m ²	m ³	°C	°C	%
1.01	Vstupní hala	32,69	98,07	26	20	30-70
1.02	Víceúčelová hala	63,69	191,07	26	20	30-70
1.03	Technická místnost	76,78	270,65	-	15	-
1.04	Dílna/sklad	215,79	733,67	26	20	30-70
1.05	Chodba	18,46	55,38	-	15	-
1.06	WC muži	8,11	24,33	-	20	-
1.07	Umývárna muži	8,05	24,15	-	24	-
1.08	Šatna muži	20,42	61,26	-	24	-
1.09	Šatna ženy	4,66	13,98	-	24	-
1.10	Sprcha ženy	1,67	5,01	-	24	-
1.11	WC ženy	3,33	9,99	-	20	-
1.12	Úklid	2,19	6,57	-	-	-
1.13	Sklad	5,97	17,91	-	15	-
1.15	Schodiště	27,54	82,62	-	15	-
1.16	Občerstvení	10,78	32,34	-	20	-
1.17	Zázemí občerstvení	4,78	14,34	-	20	-
1.18	WC	1,83	5,49	-	20	-
1.19	Chodba	8,05	24,15	-	20	-
1.20	WC ženy	3,65	10,95	-	20	-
1.21	WC muži	6,46	19,38	-	20	-
1.22	WC TTP	4,05	12,15	-	20	-
1.23	Sklad	22,68	68,04	-	-	-
1.24	Zádveří	5,77	17,31	-	-	-

B.1.3 Rozdělení do funkčních zón, koncepční řešení

Objekt je z hlediska účelu rozdělen do tří částí, kdy každá část bude obsluhována jedním zařízením. Ty budou umístěny v technické místnosti.

První zónou je sociální zázemí pro zaměstnance dílny a skladníků. Jelikož se zde odehrává směnný provoz, předpokládaný potřebný chod vzduchotechnického zařízení je pouze dvakrát denně, po dobu několika málo hodin. Proto budou prostory obsluhovány samostatným zařízením.

Druhá zóna je tvořena zejména skladem, ve kterém se nachází i menší dílna. Z požadavků investora, vycházejícího z druhu skladovaných předmětů a výrobní povaze v dílně, nejsou klade-ny na tyto prostory z hlediska vzduchotechniky žádné vyšší požadavky. Nicméně na základě nařízení vlády č. 361/2007 Sb., spadá druh této vykonávané práce do kategorie IIb, z čehož vyplývají požadavky na maximální teplotu na pracovišti, $t_{0max} = 26^{\circ} C$. Zařízení č. 2 tedy bude i chladit. Do této zóny je z důvodu vhodnosti z hlediska umístění a podobnosti provozu přiřaze-na i technická místnost.

Třetí funkční celek jsou prostory sestávající se zejména ze vstupní a víceúčelové haly (showro-omu), dále z příslušného hygienického zázemí, chodeb, prostor pro drobné občerstvení a men-šího skladu. Vzduchotechnická jednotka bude pouze větrat a chlazení showroomu bude řešeno nezávislým vodním systémem klimatizace, resp. fan coil jednotkami, umístěnými ve stropě.



Obrázek 27 Schéma rozdělení objektu do funkčních zón

B.2 Tepelná bilance

Výpočet tepelné bilance byl proveden pouze pro tři stěžejní místnosti pro budoucí návrh vzduchotechnického zařízení. Jedná se o místnosti č. 1.01 Vstupní hala, č. 1.04 Víceúčelová hala a č. 1.04 Sklad/Dílna. Jsou to všechny místnosti v objektu, které budou klimatizovány.

B.2.1 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

1	SKLADBA TERASA 2.NP min.U=0,166W/m ² K	betonová dlažba na terče ochranná textilie ze 100% PP (500g/m ²) pás z SBS modifikovaného asfaltu s posypem spádové klíny tepelná izolace z EPS 200 S pás z SBS modifikovaného asfaltu s hliníkovou vložkou penetrace železobetonová stropní konstrukce	600x600x60mm 4,4mm 220+20mm 4,4mm 250mm
2	SKLADBA STŘECHA NAD 2.NP min.U=0,154W/m ² K	kašírek frakce 16–32 min. ochranná textilie ze 100% PP (500g/m ²) pás z SBS modifikovaného asfaltu s posypem proti prorůstání (Elastek 50 garden) spádové klíny tepelná izolace z EPS 100S pás z SBS modifikovaného asfaltu s hliníkovou vložkou penetrace železobetonová stropní konstrukce	50mm 4,4mm 20–140mm 220mm 4,4mm 250mm
3	PODLAHA 2.NP U=0,808W/m ² K	viz. SKLADBY PODLAH	
4	PODLAHA 1.NP U=0,195W/m ² K	viz. SKLADBY PODLAH	
5	SKLADBA FASÁDA: U=0,186W/m ² K	železobeton minerální vata (Orsil Fassil, Orsil Fassil NT, Rockwool Airrock ND) pojistně hydroizolační a vzduchotěsná folie dekten větraná mezera fasádní systém DEKMETAL, Dekcassette LE, ral 7024 TEX	200mm 200mm 40mm
6	STĚNA 1.PP	železobeton hydroizolace asfaltový pás ztracené bednění	250mm 4mm 150x500x250mm
7	PODLAHA 1.PP U=0,167W/m ² K	železobetonová stropní konstrukce hydroizolace asfaltový pás podkladní beton šterkové lože	250mm 4mm 150mm 200mm
8	STĚNA AKU U=1,097W/m ² K	TI perlitová omítka Heluz AKU20, P15 TI perlitová omítka	10mm 200mm 10mm
9	VNITŘNÍ PŘÍČKA U=1,855W/m ² K	VC jednovrstvá omítka Heluz 11,5 VC jednovrstvá omítka	10mm 115mm 10mm
10	SKLADBA FASÁDA – 2.ETAPA: U=0,177W/m ² K	VC jednovrstvá omítka Heluz 20, P10 EPS 150mm pojistně hydroizolační a vzduchotěsná folie dekten větraná mezera fasádní systém DEKMETAL, Dekcassette LE, ral 7024 TEX	10mm 200mm 150mm 40mm

Obrázek 28 Skladby konstrukcí a součinitele prostupu tepla

B.2.2 Tepelné ztráty

Tabulka B.2 Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.01 Vstupní hala

1.01 Vstupní hala

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
OZ1	Okno zdvojené	27,60	1,10	0,02	1,12	1	30,91
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							30,91

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební konstrukce					
Č.k	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
OZ2	Okno do M.Č. 1.24	9,57	1,1	0,156	1,64
DN1	Dveře do M.Č. 1.24	2,10	1,2	0,156	0,39
DN2	Dveře do M.Č. 1.15	1,77	2,0	0,156	0,55
SN1	Stěna do M.Č. 1.15	6,4	1,097	-0,3	-2,11
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)					0,48

Tepelné ztráty zeminou							
Stavební konstrukce							
Č.k	Popis	A_k	$U_{equiv,bf}$	$A_k \cdot U_{equiv,bf}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL1	Podlaha na zemině	32,69	0,14	4,58	1,45	0,50	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,bf}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)							3,32

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,iue} + H_{T,ig}$							34,71
---	--	--	--	--	--	--	--------------

$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
20	-12	32	34,71	1111

Tabulka B.3 Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.02 Víceúčelová hala

1.02 Víceúčelová hala

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
OZ1	Okno zdvojené	26,4	1,10	0,02	1,12	1	29,57
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							29,57

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební konstrukce					
Č.k	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
SN1	Stěna do M.Č. 1.03	19,5	1,097	0,156	3,34
DN1	Dveře do M.Č. 1.23	3,49	2,0	0,156	1,09
SN2	Stěna do M.Č. 1.23	8,51	1,855	-0,3	-4,74
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)					-0,31

Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k	Popis	A_k	$U_{equiv,bf}$	$A_k \cdot U_{equiv,bf}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
PDL1	Podlaha na zemině	63,89	0,14	8,94	1,45	0,50	1	0,725
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,bf}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)							6,48	

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,iue} + H_{T,ig}$							35,74
---	--	--	--	--	--	--	--------------

$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
20	-12	32	35,74	1144

Tabulka B.4 Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.04 Dílna/sklad

1.4 Dílna/sklad

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
DO1	Dveře ochlazované	9,6	1,05	0,02	1,07	1	10,27
OZ1	Okno zdvojené	1,46	1,00	0,02	1,02	1	1,49
OZ1	Okno zdvojené	1,46	1,00	0,02	1,02	1	1,49
SO1	Stěna ochlazovaná	83,48	0,186	0,02	0,206	1	17,20
Str1	Strop pod terasou	58,65	0,166	0,02	0,186	1	10,91
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							41,36

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební konstrukce					
Č.k	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
SN1	Stěna do M.Č. 1.05	9,38	1,855	0,094	1,64
DN1	Dveře do M.Č. 1.05	2,52	2,000	0,094	0,47
SN2	Stěna do M.Č. 1.17	7,36	1,855	-0,0625	-0,85
SN3	Stěna do M.Č. 1.18	3,52	1,855	-0,0625	-0,41
SN4	Stěna do M.Č. 1.22	7,68	1,855	-0,0625	-0,89
SN5	Stěna do M.Č. 1.21	6,88	1,855	-0,0625	-0,80
SN6	Stěna do M.Č. 1.23	12,8	1,855	0,094	2,23
SN7	Stěna do M.Č. 1.03	20,48	1,855	0,094	3,57
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)					4,96

Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k	Popis	A_k	$U_{equiv,bf}$	$A_k \cdot U_{equiv,bf}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
PDL1	Podlaha na zemině	215,79	0,14	30,21	1,45	0,50	1	0,725
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,bf}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								21,90

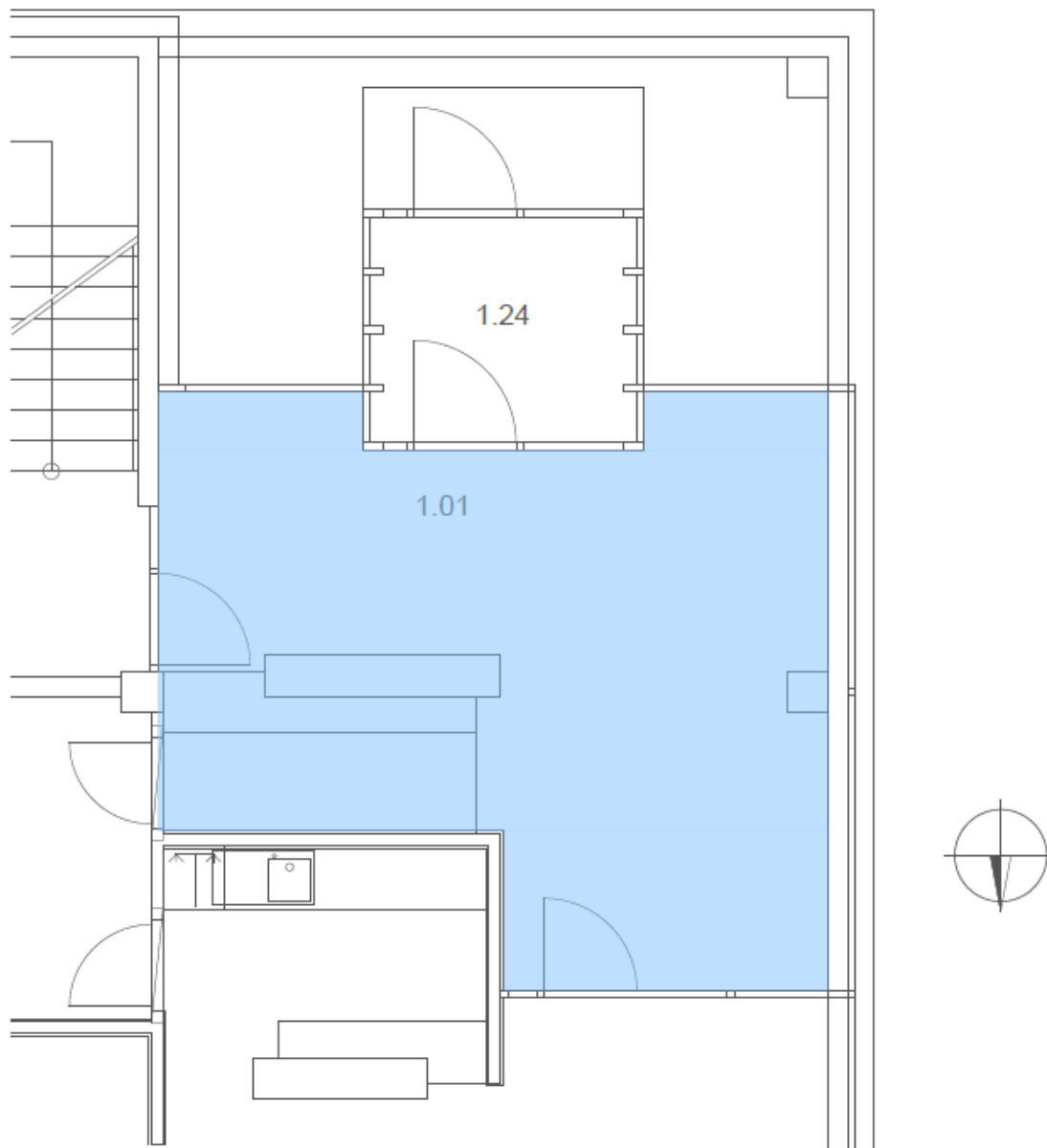
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,iue} + H_{T,ig}$							68,22
---	--	--	--	--	--	--	--------------

$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
18	-12	30	68,22	2047

B.2.3 Tepelné zisky

Celkové tepelné zisky jsou rovny součtu tepelné zátěže z interiéru a exteriéru. Z exteriéru jsou to tepelné zisky okny radiací, okny konvekcí a tepelná zátěž vnějších stěn. Z interiéru je to produkce tepla od lidí, svítidel, jídel, technologií a tepelná zátěž vnitřních stěn. Tepelné zisky jsou počítány pro 21. červenec.

Místnost č. 1.01 Vstupní hala



Obrázek 29 Místnost č. 1.01 Vstupní hala

Tepelné zisky oken radiací

Místnost je orientovaná na dvě světové strany, jihozápad, proto byl proveden výpočet pro zjištění doby s nejvyšší hodnotou intenzity sluneční radiace. Ta bude někde v rozmezí 12h a 16h. Jelikož plochou oken převládá západní fasáda, doba výpočtu vychází až na 15h, viz. Tabulka B.5.

Tabulka B.5 Intenzita sluneční radiace pro místnost 1.01					
Intenzita sluneční radiace pro 21. červenec, 50° s.š., součinitel znečištění atmosféry z=5 [W/m ²]					
Orientace	Hodina				
	12	13	14	15	16
Jih	435	409	335	230	128
Západ	141	232	389	505	539
Tepelná zátěž [W]					
Orientace	Hodina				
	12	13	14	15	16
Jižní fasáda	5050	4748	3889	2670	1486
Západní fasáda	3232	5317	8916	11575	12354
Σ	8282	10066	12805	14245	13840

Nicméně neboť je vstup na jižní straně zasunut oproti fasádě, je potřeba ověřit zda-li prosklení neleží ve stínu od konstrukce druhého podlaží.

Vodorovný stín:

$$e_1 = c \cdot \tan|\alpha - \gamma| \quad [\text{m}] \quad (1)$$
$$e_1 = 3,66 \cdot \tan|246 - 180| = 8,22 \text{ m}$$

- Azimut slunce v 15h: $\alpha = 246^\circ$
- Azimut stěny orientované na jih: $\gamma = 180^\circ$
- Hloubka okna: $c = 3,66 \text{ m}$

Osluněná část okna:

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \quad [\text{W}] \quad (2)$$

Když je vodorovný stín $e_1 = 8,22 \text{ m}$ větší než výška zasklení $l_a = 3 \text{ m}$, z rovnice (2) vyplývá, že okna orientována na jih budou zastíněna. Rozhodovat tedy bude pouze západní fasáda, proto doba výpočtu bude 16h.

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o \text{ dif}}] \cdot s \quad [W] \quad (3)$$

$$Q_{or, jih} = [0 + (11,6 - 0) \cdot 100] \cdot 0,9 = 1045,9 \text{ W}$$

$$Q_{or, západ} = [22,92 \cdot 539 \cdot 0,85 + 0] \cdot 0,64 = 6720,5 \text{ W}$$

$$Q_{or} = 1045,9 + 6720,5 = 7766,4 \text{ W}$$

- Intenzita slunečního záření: $I_o = 539 \text{ W/m}^2$ (pro 16h)
- Intenzita difúzní radiace: $I_{o \text{ dif}} = 100 \text{ W/m}^2$
- Korekce na čistotu atmosféry: $c_0 = 0,85$ (městská a průmyslová oblast)
- Stínící součinitel na jižní fasádě: $s = 0,9$ (dvojsklo)
- Stínící součinitel na západní fasádě: $s = 0,64$
- Osluněná část okna: S_{os}
- Plocha okna: S_o

Okno orientováno na západ je zasazeno přímo na fasádě, není proto uvažováno zastínění od ostění popř. nadpraží. Z důvodu velice subtilních rámců okenní konstrukce, není rovněž uvažováno zastínění od těchto rámců.

Pro výpočet stínícího součinitele pro západní fasádu se uvažuje okno v úrovni 2-3m částečně zastíněno venkovními žaluziemi ($s=0,15$), zbylá část okna nezastíněna, dvojsklo ($s=0,9$). Výsledkem je tedy poměrná hodnota.

Tepelné zisky oken konvekcí

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i) \quad [W] \quad (4)$$

$$Q_{ok} = 34,53 \cdot 1,1 \cdot (29,8 - 26) = 144,33 \text{ W}$$

- Teplota vnějšího vzduchu: $t_e = 29,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (16h)
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26^\circ\text{C}$
- Plocha okna: S_o
- Součinitel prostupu tepla okna: $U_o = 1,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Celková tepelná zátěž okny

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W] \quad (5)$$

$$Q_o = 7766,4 + 144,33 = 7910,7 \text{ W}$$

Tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_r - t_i) \quad [W] \quad (6)$$

$$Q_s = 0,186 \cdot 5,21 \cdot (54,9 - 26) = 28,0 \text{ W}$$

- Rovnocenná sluneční teplota: $t_r = 54,9 \text{ }^\circ\text{C}$ (16h, západ)
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26^\circ\text{C}$
- Součinitel prostupu tepla stěny: $U_o = 0,186 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Tepelná zátěž vnitřních stěn

$$Q_{si} = U_s \cdot S \cdot (t_{io} - t_i) \text{ [W]} \quad (7)$$
$$Q_{si} = 1,855 \cdot 13,9 \cdot (30 - 26) + 1,1 \cdot 11,67 \cdot (30 - 26) = 147,1 \text{ W}$$

- Teplota vzduchu na druhé straně stěny : $t_{io} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26^{\circ}\text{C}$
- Součinitel prostupu tepla stěny: $U_{si} = 1,855 \text{ (1,1) W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Tepelná produkce lidí a pokrmů

V místnosti se nepředpokládá výskyt pokrmů.

$$Q_l = n_l \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \text{ [W]} \quad (8)$$
$$Q_l = 5 \cdot 6,2 \cdot (36 - 26) = 310 \text{ W}$$

- Počet lidí v místnosti: $n_l = 22$
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26^{\circ}\text{C}$

Tepelná produkce svítidel

V době výpočtu se předpokládá dostatečné přirozené osvětlení, tím pádem je tepelná produkce svítidel nulová.

$$Q_s = 0 \text{ W}$$

Tepelná produkce od technologií

V místnosti se nachází jeden stolní počítač ($P = 165 \text{ W}$), LCD monitor ($P = 50 \text{ W}$), malá laserová tiskárna ($P = 75 \text{ W}$)

$$Q_t = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot \sum P \text{ [W]} \quad (9)$$
$$Q_t = 0,7 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 290 = 162,4 \text{ W}$$

- Součinitel současnosti: $c_1 = 0,7$
- Zbytkový součinitel: $c_2 = 1$
- Součinitel zatížení stroje: $c_3 = 0,8$
- Elektrický příkon strojů: $\sum P = 290 \text{ W}$

Hodnoty součinitelů stanoveny odhadem

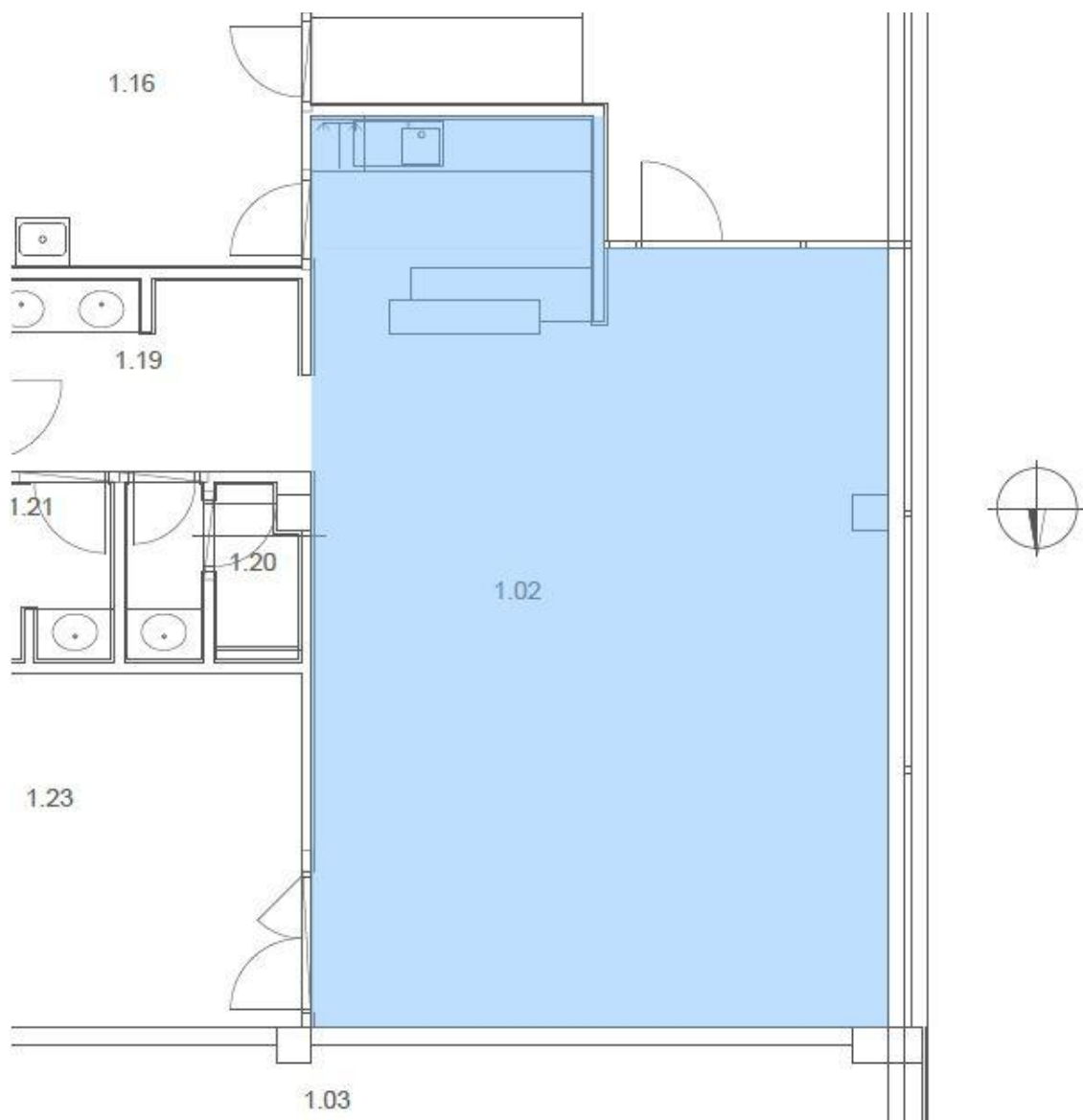
Celkové tepelné zisky

$$Q = \sum Q = Q_o + Q_s + Q_{si} + Q_l + Q_j + Q_{st} + Q_t \text{ [W]} \quad (10)$$
$$Q = 7910,7 + 28,0 + 147,1 + 310 + 0 + 0 + 162,4 = \mathbf{8558,2 \text{ W}}$$

Vodní zisky

$$Q_l = n_l \cdot m_l \text{ [g/h]} \quad (11)$$
$$Q_l = 5 \cdot 116 = 580 \text{ g/h}$$

Místnost č. 1.02 Víceúčelová hala



Obrázek 30 Místnost č. 1.02 Víceúčelová hala

Tepelné zisky oken radiací

Místnost je orientována na západ. Doba výpočtu tedy je 16h.

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_0 \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{0dif}] \cdot s \quad [W]$$
$$Q_{or} = [26,4 \cdot 539 \cdot 0,85 + 0] \cdot 0,64 = 7740,9 \text{ W}$$

- Intenzita slunečního záření: $I_0 = 539 \text{ W/m}^2$ (pro 16h)
- Intenzita difúzní radiace: I_{0dif}
- Korekce na čistotu atmosféry: $c_0 = 0,85$ (městská a průmyslová oblast)
- Stínící součinitel: $s = 0,64$
- Osluněná část okna: S_{os}
- Plocha okna: S_o

Okno je zasazeno přímo na fasádě, není proto uvažováno zastínění od ostění popř. nadpraží. Z důvodu velice subtilních rámců okenní konstrukce, není rovněž uvažováno zastínění od těchto rámců.

Pro výpočet stínícího součinitele se uvažuje okno v úrovni 2-3m částečně zastíněno venkovními žaluziemi ($s=0,15$), zbylá část okna nezastíněna, dvojsklo ($s=0,9$). Výsledkem je tedy poměrná hodnota.

Tepelné zisky oken konvekcí

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i) \quad [W]$$
$$Q_{ok} = 26,4 \cdot 1,1 \cdot (29,8 - 26) = 110,4 \text{ W}$$

- Teplota vnějšího vzduchu: $t_e = 29,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (16h)
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26^\circ\text{C}$
- Plocha okna: S_o
- Součinitel prostupu tepla okna: $U_o = 1,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Celková tepelná zátěž okny

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W]$$
$$Q_o = 7740,9 + 110,4 = 7851,4 \text{ W}$$

Tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_r - t_i) \quad [W]$$
$$Q_s = 0,186 \cdot 4,62 \cdot (54,9 - 26) = 24,8 \text{ W}$$

- Rovnocenná sluneční teplota: $t_r = 54,9 \text{ }^\circ\text{C}$ (16h, západ)
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26^\circ\text{C}$

Součinitel prostupu tepla stěny: $U_o = 0,186 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Tepelná zátěž vnitřních stěn

$$Q_{si} = U_s \cdot S \cdot (t_{io} - t_i) \text{ [W]}$$
$$Q_{si} = 1,855 \cdot 18,6 \cdot (30 - 26) = 138,0 \text{ W}$$

- Teplota vzduchu na druhé straně stěny : $t_{io} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26^{\circ}\text{C}$
- Součinitel prostupu tepla stěny: $U_{si} = 1,855 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Tepelná produkce lidí a pokrmů

$$Q_l = n_l \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \text{ [W]}$$
$$Q_l = 22 \cdot 6,2 \cdot (36 - 26) = 1364 \text{ W}$$

- Počet lidí v místnosti: $n_l = 22$
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26^{\circ}\text{C}$

$$Q_j = 50 \text{ W}$$

- Jeden pokrm 5Wh
- Hodnota tepelné produkce od pokrmů stanovena odhadem

Tepelná produkce svítidel

V době výpočtu se předpokládá dostatečné přirozené osvětlení, tím pádem je tepelná produkce svítidel nulová.

$$Q_s = 0 \text{ W}$$

Tepelná produkce od technologií

V místnosti se nenachází žádné technologické zařízení.

$$Q_t = 0 \text{ W}$$

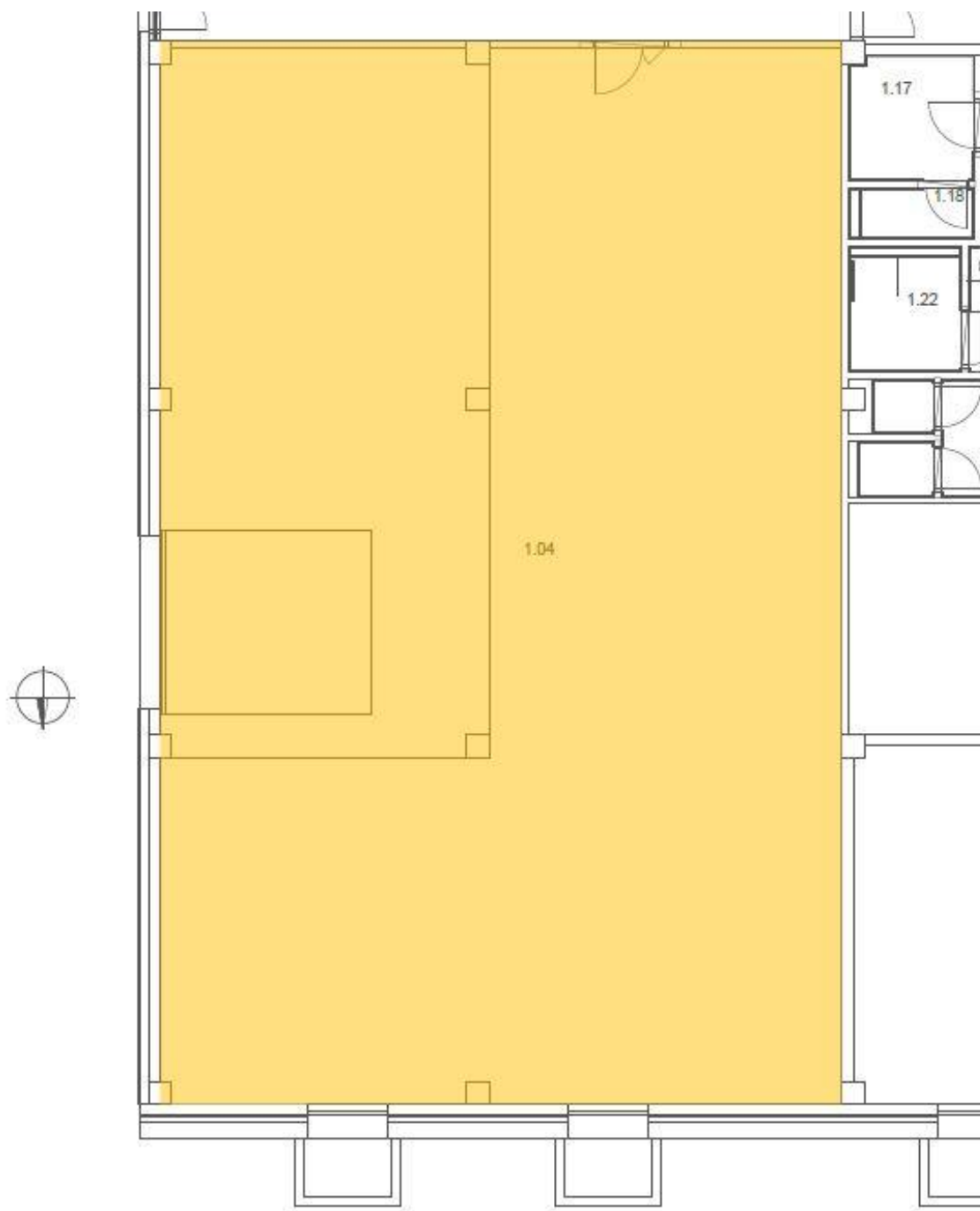
Celkové tepelné zisky

$$Q = \sum Q = Q_o + Q_s + Q_{si} + Q_l + Q_j + Q_s + Q_t \text{ [W]}$$
$$Q = 7551,4 + 24,8 + 138,0 + 1364 + 50 + 0 + 0 = \mathbf{9128,2 \text{ W}}$$

Vodní zisky

$$Q_l = n_l \cdot m_l \text{ [g/h]}$$
$$Q_l = 22 \cdot 116 = 2552 \text{ g/h}$$

Místnost č. 1.04 Sklad/dílna



Obrázek 31 Místnost č. 1.02 Sklad/dílna

Tepelné zisky oken radiací

V místnosti se nachází pouze dva anglické dvorky, zcela zastíněny.

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o\ dif}] \cdot s \quad [W]$$
$$Q_{or} = [0 + (3,5 - 0) \cdot 100] \cdot 0,9 = 315 \text{ W}$$

- Intenzita slunečního záření: I_o
- Intenzita difúzní radiace: $I_{o\ dif} = 100 \text{ W/m}^2$
- Korekce na čistotu atmosféry: c_0
- Stínící součinitel: $s = 0,9$ (dvojsklo)
- Osluněná část okna: $S_{os} = 0$
- Plocha okna: S_o

Tepelné zisky oken konvekci

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i) \quad [W]$$
$$Q_{ok} = 3,5 \cdot 1,1 \cdot (29,8 - 26) = 14,6 \text{ W}$$

- Teplota vnějšího vzduchu: $t_e = 29,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (16h)
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$
- Plocha okna: S_o
- Součinitel prostupu tepla okna: $U_o = 1,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Celková tepelná zátěž okny

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W]$$
$$Q_o = 315 + 14,6 = 329,6 \text{ W}$$

Tepelná zátěž vnějších stěn

Jedná se o stěnu středně těžkou

Součinitel zmenšení teplotního kolísání m:

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^\delta} \quad [-] \quad (12)$$

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,4}{2500^{0,4}} = 0,177$$

Tloušťka stěny: $\delta = 0,4 \text{ m}$

Fázové posunutí teplotních kmitů ψ :

$$\begin{aligned}\psi &= 32 \cdot \delta - 0,5 \text{ [h]} \\ \psi &= 32 \cdot 0,4 - 0,5 = 13 \text{ h}\end{aligned}\tag{13}$$

Doba výpočtu je 8h, po odečtení fázového posunutí \rightarrow 19h

$$\begin{aligned}Q_s &= U_s \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \text{ [W]} \\ Q_{s, \text{východ}} &= 0,186 \cdot 54,3 \cdot [(29,7 - 26) + 0,177 \cdot (27,6 - 29,7)] = 33,6 \text{ W} \\ Q_{s, \text{sever}} &= 0,186 \cdot 13,9 \cdot [(26,2 - 26) + 0,177 \cdot (28,9 - 26,2)] = 1,8 \text{ W} \\ Q_s &= 33,62 + 1,8 = 35,4 \text{ W}\end{aligned}\tag{14}$$

- Součinitel prostupu tepla stěny: $U_s = 0,186 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
- Plocha stěny s odečtenými otvory východní stěny: $S = 54,3 \text{ m}^2$
- Plocha stěny s odečtenými otvory severní stěny: $S = 13,92 \text{ m}^2$
- Průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24h:
 $t_{rm} = 29,7 \text{ }^\circ\text{C}$ (východní fasáda)
- Průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24h:
 $t_{rm} = 26,2 \text{ }^\circ\text{C}$ (severní fasáda)
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26^\circ\text{C}$
- Rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dřív: $t_{r\psi, 19} = 27,6^\circ\text{C}$ (východní fasáda)
- Rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dřív: $t_{r\psi, 19} = 28,9^\circ\text{C}$ (severní fasáda)
- Součinitel prostupu tepla stěny: $U_s = 0,186 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
-

Tepelná zátěž vnitřních stěn

$$\begin{aligned}Q_{si} &= U_s \cdot S \cdot (t_{io} - t_i) \text{ [W]} \\ Q_{si} &= 1,855 \cdot 64,05 \cdot (30 - 26) = 475,3 \text{ W}\end{aligned}$$

- Teplota vzduchu na druhé straně stěny: $t_{io} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26^\circ\text{C}$
- Součinitel prostupu tepla stěny: $U_{si} = 1,855 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Tepelná produkce lidí a pokrmů

V místnosti se nepředpokládá výskyt pokrmů.

$$Q_l = n_l \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \text{ [W]}$$
$$Q_l = 8 \cdot 6,2 \cdot (36 - 26) = 496 \text{ W}$$

- Počet lidí v místnosti: $n_l = 8$
- Teplota vnitřního vzduchu: $t_i = 26^\circ\text{C}$

Tepelná produkce svítidel

$$Q_s = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 \text{ [W]} \quad (15)$$
$$Q_s = 215,79 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 1 = 5394,7 \text{ W}$$

- Osvětlovaná plocha: $S_s = 215,79 \text{ m}^2$
- Měrný výkon osvětlení: $P_s = 25 \text{ W/m}^2$ (zářivkové osvětlení)
- Součinitel současnosti: $c_1 = 1$
- Zbytkový součinitel: $c_2 = 1$

Tepelná produkce od technologií

V místnosti nachází stroje a zařízení o celkovém elektrickém příkonu 10kW.

$$Q_t = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot \sum P \text{ [W]}$$
$$Q_t = 0,4 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 10\,000 = 3200 \text{ W}$$

- Součinitel současnosti: $c_1 = 0,4$
- Zbytkový součinitel: $c_2 = 1$
- Součinitel zatížení stroje: $c_3 = 0,8$
- Elektrický příkon strojů: $\sum P = 10\,000 \text{ W}$

Hodnoty součinitelů stanoveny odhadem

Celkové tepelné zisky

$$Q = \sum Q = Q_o + Q_s + Q_{si} + Q_l + Q_j + Q_{\text{S}} + Q_t \text{ [W]}$$
$$Q = 329,6 + 35,4 + 475,3 + 496 + 0 + 5394,7 + 3200 = \mathbf{9931 \text{ W}}$$

Vodní zisky

$$Q_l = n_l \cdot m_l \text{ [g/h]}$$
$$Q_l = 8 \cdot 244 = 1952 \text{ g/h}$$

B.3 Průtoky vzduchu, tlakové poměry

Průtoky vzduchu

Výsledný průtok vzduchu pro místnost je větší z hodnot minimálního průtoku určeného pro:

- počet osob, resp. počet zařizovacích předmětů nacházejících se v místnosti
- minimální výměna vzduchu, vztažená k objemu místnosti

Pro jednotlivé typy zařizovacích předmětů bylo uvažováno s průtokem vzduchu dle vyhlášky č. 6/2003 Sb., viz. Tabulka B.6.

Tabulka B.6 Množství odváděného vzduchu pro hygienická zařízení

Potřeba vzduchu [m^3/h]	
Pisoár	25
Šatní místnost	25
Umyvadlo	30
Záchod	50
Sprcha	100

Šatních míst v mužské šatně je 20, v ženské 5.

Dávka větracího vzduchu ve výpočtu uvažované na osobu jsou následující:

- Lehce pracující osoby: $50 m^3/h$
- Pracující osoby s větší fyzickou zátěží (v dílně): $70 m^3/h$
- Návštěvníci showroomu: $25 m^3/h$

Počet osob na směně v dílně je 8, ve vstupní hale je odhadem stanoven počet lidí na 5, v showroomu je uvažována 1 osoba na $3m^2$, celkem tedy 22 osob.

Násobná výměna objemu vzduchu místnosti za hodinu:

- 3x ve vstupní hale
- 4x v dílně a showroomu
- 5x v občerstvení
- 2x ve všech ostatních místnostech

Tlakové poměry

Všechny tři zařízení jsou navržena jako rovnotlaká. Pro zamezení šíření odérů je v hygienickém zázemí vzduch odváděn podtlakově a přiváděn z přilehlých prostor (např. šaten, chodby) dveřní mřížkou.

Navržené průtoky vzduchu jsou znázorněny v následující tabulce místností.

Tabulka B.7 Tabulka místností

MÍSTNOST															MIN. PRŮTOK VZDUCHU			PRŮTOK VZDUCHU	
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA (m²)	OBJEM(m³)	POČET OSOB	PRŮTOK VZDUCHU/OSOBA (ZAŘ. PŘEDMĚT) (m³/h)	MIN. VÝMĚNA VZDUCHU (l.s)	VODNÍ ZISKY (g/h)	TEPELNÉ ZISKY (W)	TEPELNÉ ZTRÁTY (W)	PRO POČET OSOB (ZAŘ. PŘEDMĚTŮ) (m³/h)	PRO MIN. VÝMĚNU VZDUCHU (m³/h)	PŘÍVOD (m³/h)	ODVOD (m³/h)						
Zařízení č. 1 - Nucené větrání šaten																			
1.05	Chodba	18,46	55,38	-	-	2				-	111	200	150						
1.06	WC muži	8,11	24,33	-	2x25, 2x50	2				150	49	-	150						
1.07	Umývárna muži	8,05	24,15	-	2x100, 2x30	2				260	48	-	260						
1.08	Šatna muži	20,42	61,26	-	20x25	2				500	123	500	90						
1.09	Šatna ženy	4,66	13,98	-	5x25	2				125	28	180	-						
1.10	Sprcha ženy	1,67	5,01	-	1x100	2				100	10	-	100						
1.11	WC ženy	3,33	9,99	-	1x50, 1x30	2				80	20	-	80						
1.12	Úklid	2,19	6,57	-	1x50	2				50	13	-	50						
												880	880						
Zařízení č. 2 - Nucené větrání a chlazení skladu a technické místnosti																			
1.03	Technická místnost	76,78	270,65	-	-	2				-	541	550	550						
1.04	Dĺina/sklad	215,79	733,67	8	70	4		9931	2047	560	2935	3000	3000						
												3550	3550						
Zařízení č. 3 - Nucené větrání hlavní místnosti, zázemí, chodeb																			
1.01	Vstupní hala	32,69	98,07	5	50	3			8558	1111	250	294	300	-					
1.02	Víceúčelová hala	63,69	191,07	22	25	4		9128	1144	550	764	850	100						
1.13	Sklad	5,97	17,91	-	-	2				-	36	-	50						
1.15	Schodiště	27,54	82,62	-	-	2				-	165	-	250						
1.16	Občerstvení	10,78	32,34	-	2x30	5				60	162	-	200						
1.17	Zázemí občerstvení	4,78	14,34	-	1x30	2				30	29	-	50						
1.18	WC	1,83	5,49	-	1x50	2				50	11	-	50						
1.19	Chodba	8,05	24,15	-	2x30	2				60	48	-	100						
1.20	WC ženy	3,65	10,95	-	1x50, 1x30	2				80	22	-	100						
1.21	WC muži	6,46	19,38	-	1x25, 1x50, 1x30	2				105	39	-	150						
1.22	WC TTP	4,05	12,15	-	1x50, 1x30	2				80	24	-	100						
1.23	Sklad	22,68	68,04	-	-	2				-	136	150	150						
												1300	1300						

B.4 Distribuce vzduchu

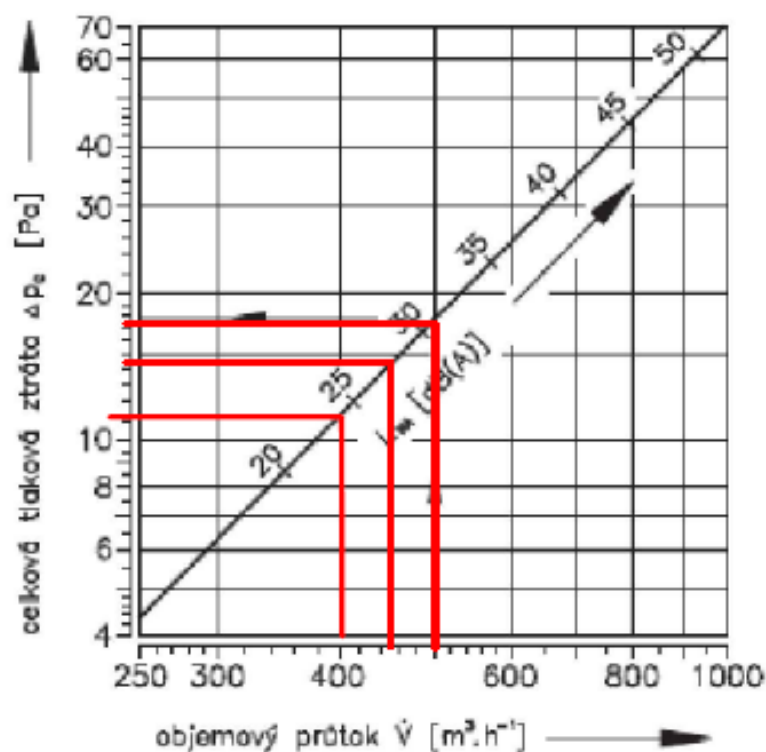
B.4.1 Distribuční prvky

V jednotlivých místnostech objektu byly dle požadavků na průtok vzduchu a vhodnosti pro typ daného prostoru navrženy optimální koncové elementy. Návrh byl proveden dle návrhových diagramů výrobce. Veškeré navržené koncové elementy jsou od výrobce Mandík.

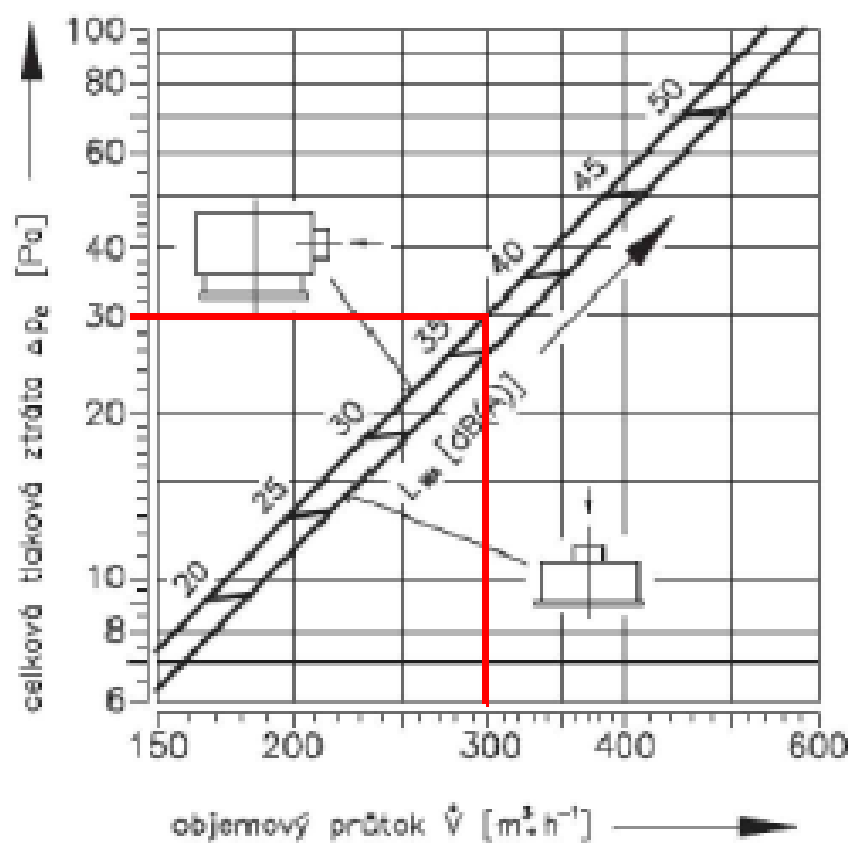
Zařízení č. 1 a 3

Distribuční elementy čerstvého vzduchu těchto prostor jsou: vyústě s vířivým výtokem vzduchu (VVM) a talířové ventily přívodní (TVPM). Pro odvodní potrubí potom talířový ventil odvodní (TVOM). Veškeré koncové elementy budou připojeny ohebným potrubím (viz. výkresové dokumentace).

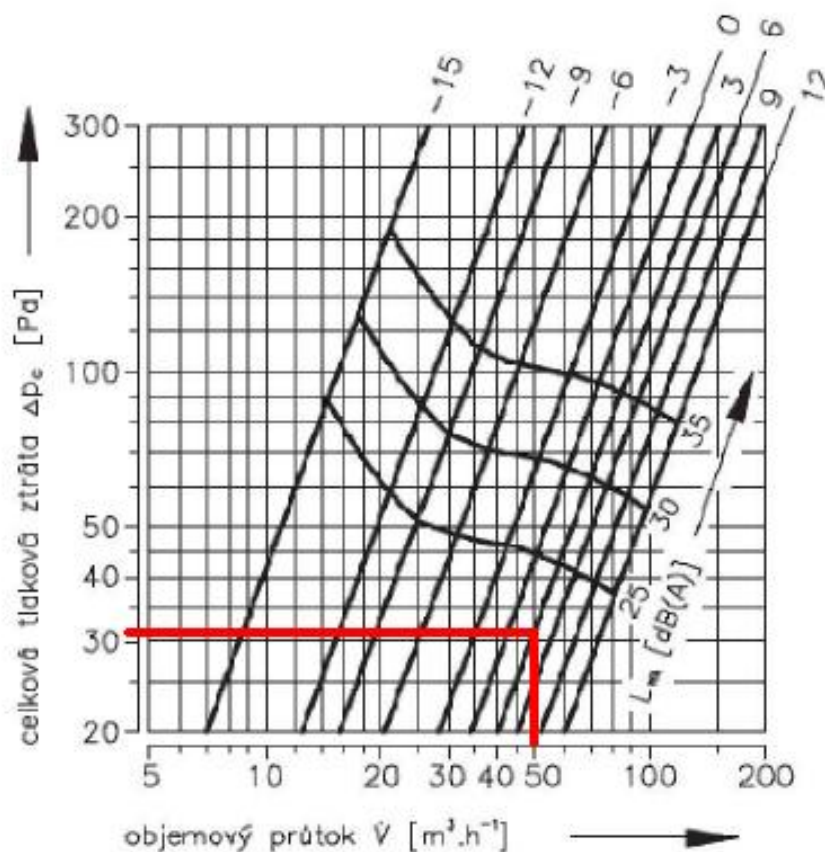
Uvádím příklad postupu zjištění tlakové ztráty a hladiny akustického hluku pro vybrané vyústky. Obdobně bylo postupováno pro všechny navržené koncové elementy a průtoky.



Obrázek 32 Akustické výkony a tlakové ztráty ve vyústce VVM (24 lamel)



Obrázek 33 Akustické výkony a tlakové ztráty ve výústce VVM (16 lamel)



Obrázek 34 Akustické výkony a tlakové ztráty ve výústce TVOM 80

Zařízení č. 2

Pro prostory skladu byly navrženy výústky pro kruhové potrubí (VNKM). Pro přívod dvouřadé s regulací R1, pro odvod jednořadé s regulací R1. Návrh rozměrů výústek byl proveden na základě efektivní rychlosti vzduchu ve výústce, uvažovaná rychlost: $w_{ef} = 3 \text{ m/s}$.

Příklad návrhu rozměrů výústky pro kruhové potrubí pro průtok vzduchu $350 \text{ m}^3/\text{h}$:

$$S_{ef} = \frac{V}{3600 \cdot w_{ef}} \text{ [m}^2\text{]} \quad (16)$$

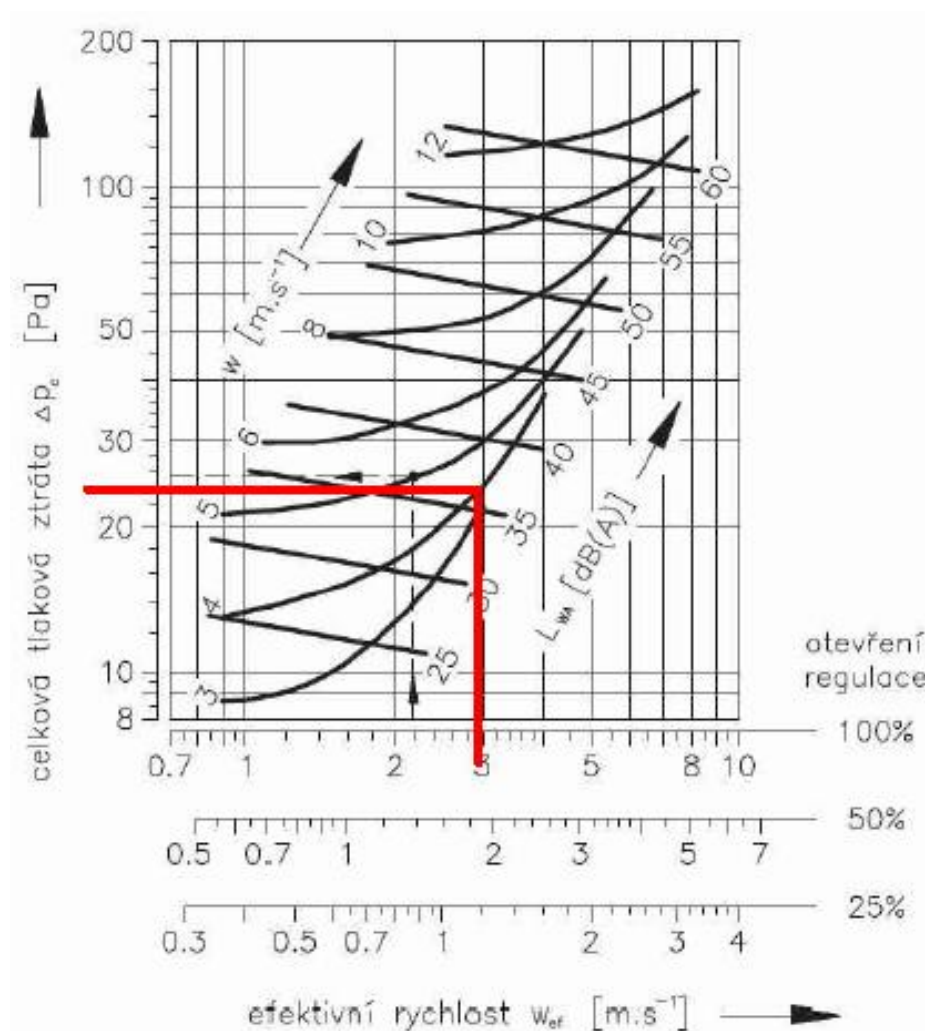
$$S_{ef} = \frac{350}{3600 \cdot 3} = 0,0324 \text{ m}^2$$

- Efektivní plocha výústky: S_{ef}
- Efektivní rychlost vzduchu ve výústce: w_{ef}
- Objemový průtok vzduchu ve výústce: V

→ návrh výústky rozměrů: 625x125mm ($S_{ef} = 0,0356 \text{ m}^2$)

Další vyústky pro ostatní průtoky byly navrženy obdobně. Všechny vyústky jsou výšky 125mm, to znamená že minimální průměr potrubí spiro potrubí je 315mm. Tato skutečnost je později zohledněna i v návrhu dimenzí potrubí.

Z návrhového diagramu výrobce byly pro dané rychlosti ve vyústce a v potrubí stanoveny tlakové ztráty a hladiny akustického hluku.



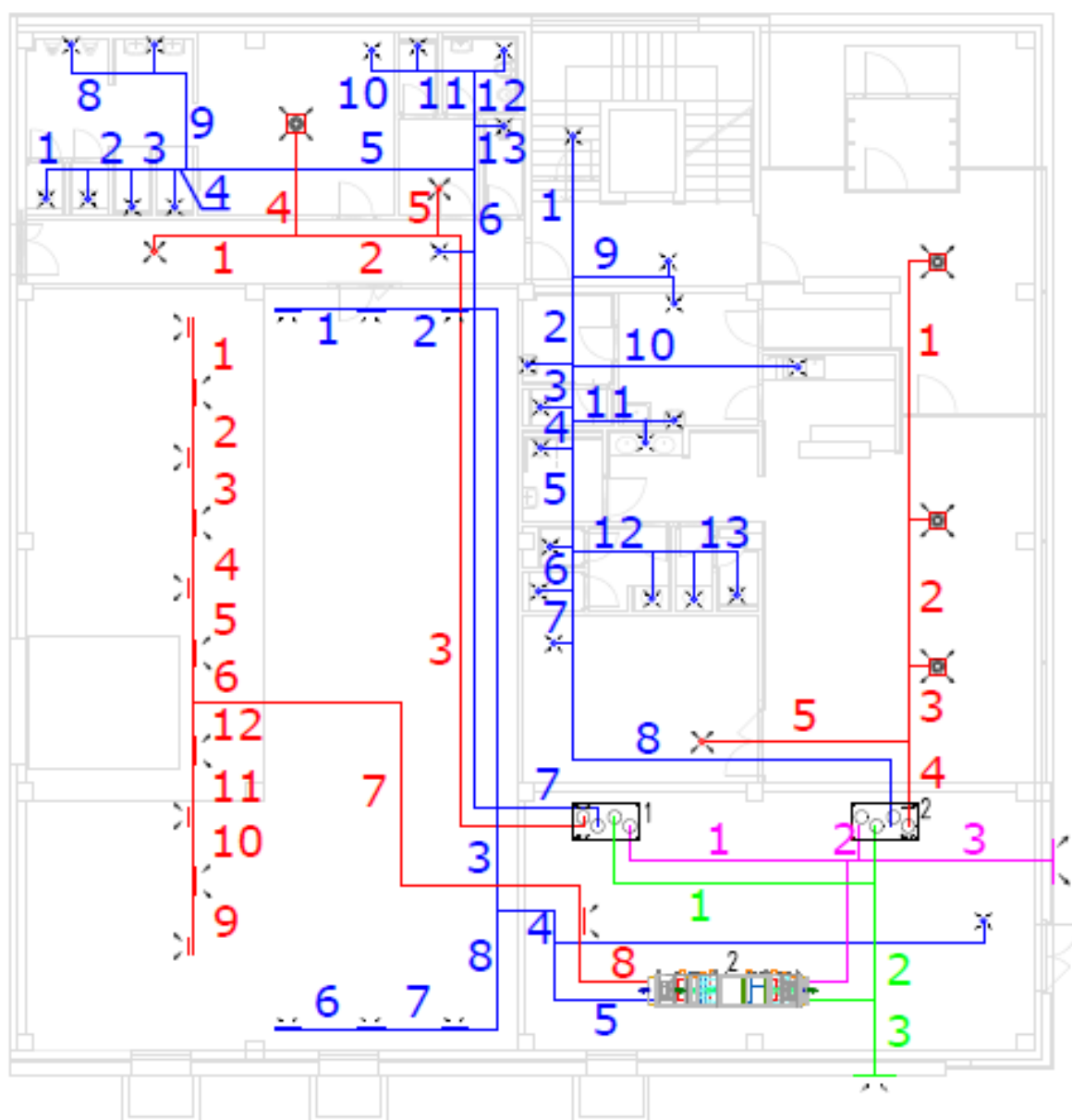
Obrázek 35 Akustické výkony a tlakové ztráty ve vyústce VNKM

Veškeré navrhnuté vyústky s příslušným akustickým výkonem a tlakovou ztrátou pro všechny místnosti objektu jsou shrnuty v Tabulka B.8. **Tabulka B.8** Přehled navržených vyústek

Tabulka B.8 Přehled navržených vyústek

Zařízení č. 1 - Nucené větrání šaten							
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PŘÍVOD/ODVOD	OZNAČENÍ VÝUSTKY	PRŮTOK (m³/h)	TL. ZTRÁTA Δpc (Pa)	AKUSTICKÝ VÝKON Lwa (dB)	POČET (ks)
1.05	Chodba	P	TVPM 160(10)	200	40	23	1
		O	TVOM 150(5)	150	37	21	1
1.06	WC muži	O	TVOM 80(3)	50	32	20	3
1.07	Umývárna muži	O	TVOM 80(6)	60	35	22	1
		O	TVOM 125(3)	100	30	16	2
1.08	Šatna muži	P	VVM 600 C/V/P/24/R	500	18	31	1
		O	TVOM 125(0)	90	35	19	1
1.09	Šatna ženy	P	TVPM 160(10)	180	32	20	1
1.10	Sprcha ženy	O	TVOM 125(3)	100	30	16	1
1.11	WC ženy	O	TVOM 125(0)	80	30	16	1
1.12	Úklid	O	TVOM 80(3)	50	32	20	1
Zařízení č. 2 - Nucené větrání a chlazení skladu a technické místnosti							
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PŘÍVOD/ODVOD	OZNAČENÍ VÝUSTKY	PRŮTOK (m³/h)	TL. ZTRÁTA Δpc (Pa)	AKUSTICKÝ VÝKON Lwa (dB)	POČET (ks)
1.03	Technická místnost	P	VNKM 2 825x125/500/R1	550	30	40	1
		O	VNKM 2 825x125/500/R1	550	62	31	1
1.04	Dílna/sklad	P	VNKM 2 625x125/315(400)/R1	350	24	37	5
		P	VNKM 2 425x125/315(400)/R1	250	24	37	5
		O	VNKM 1 625x125/315(355)/R1	500	24	37	6
Zařízení č. 3 - Nucené větrání hlavní místnosti, zázemí, chodeb							
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PŘÍVOD/ODVOD	OZNAČENÍ VÝUSTKY	PRŮTOK (m³/h)	TL. ZTRÁTA Δpc (Pa)	AKUSTICKÝ VÝKON Lwa (dB)	POČET (ks)
1.01	Vstupní hala	P	VVM 600 C/V/P/16/R	300	30	35	1
1.02	Víceúčelová hala	P	VVM 600 C/V/P/24/R	450	15	28	1
		P	VVM 600 C/V/P/24/R	400	12	23	1
		O	TVOM 125(3)	100	30	16	1
1.13	Sklad	O	TVOM 80(3)	50	37	21	1
1.15	Schodiště	O	TVOM 200(12)	250	38	31	1
1.16	Občerstvení	O	TVOM 125(3)	100	30	16	2
1.17	Zázemí občerstvení	O	TVOM 80(3)	50	32	20	1
1.18	WC	O	TVOM 80(3)	50	32	20	1
1.19	Chodba	O	TVOM 125(3)	100	30	16	1
1.20	WC ženy	O	TVOM 80(3)	50	32	20	2
1.21	WC muži	O	TVOM 80(3)	50	32	20	3
1.22	WC TTP	O	TVOM 125(3)	100	30	16	1
1.23	Sklad	P	TVPM 160(5)	150	38	22	1
		O	TVOM 150(5)	150	37	21	1

B.4.2 Dimenzování potrubí



Obrázek 36 Dimenzační schéma

Tabulka B.9 Dimenzování potrubí zařízení č. 1

Zařízení č. 1 - Přívodní potrubí - Hlavní větev												
u	V	L	v'	S'	d'	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
1	500	2,5	3,8	0,037	0,216	0,225	0,040	3,493	0,670	0,6	4,323	6,00
2	700	3,4	3,9	0,050	0,252	0,250	0,049	3,961	0,670	0,8	7,412	9,69
3	880	17,2	4,0	0,061	0,279	0,280	0,062	3,970	0,670	2,0	18,612	30,14
											Σ	45,82
											VÝUSTĚ	18,00
											KLAPKY	13,00
											SÁNÍ	16,00
											ŽALUZIE	20,00
											TLUMIČ	20,00
											Σ	132,82 Pa
Zařízení č. 1 - Přívodní potrubí - Vedlejší větev												
u	V	L	v'	S'	d'	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
4	200	3,7	3,8	0,015	0,136	0,140	0,015	3,609	0,670	0,6	4,615	7,09
5	180	1,1	3,9	0,013	0,128	0,125	0,012	4,074	0,670	0,6	5,882	6,62
Zařízení č. 1 - Odvodní potrubí - Hlavní větev												
u	V	L	v'	S'	d'	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
1	50	1,7	3,5	0,004	0,071	0,100	0,008	1,768	0,670	0,9	1,662	2,80
2	100	1,1	3,5	0,008	0,101	0,125	0,012	2,264	0,670	0,9	2,723	3,46
3	200	1,1	3,6	0,015	0,140	0,160	0,020	2,763	0,670	0,9	4,057	4,79
4	300	0,3	3,7	0,023	0,169	0,200	0,031	2,653	1,000	0,9	3,739	4,04
5	410	6,9	3,8	0,030	0,195	0,200	0,031	3,625	1,000	0,6	4,656	11,56
6	730	2,0	3,9	0,052	0,257	0,250	0,049	4,131	1,000	0,6	6,046	8,05
7	880	15,6	4,0	0,061	0,279	0,280	0,062	3,970	0,670	1,2	11,167	21,62
											Σ	56,32
											VÝUSTĚ	45,00
											KLAPKY	13,00
											VÝTLAK	16,00
											ŽALUZIE	20,00
											TLUMIČ	20,00
											Σ	170,32 Pa
Zařízení č. 1 - Odvodní potrubí - Vedlejší větev												
u	V	L	v'	S'	d'	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
8	50	2	3,5	0,004	0,071	0,100	0,008	1,768	0,670	0,6	1,108	2,45
9	110	3,1	3,5	0,009	0,105	0,100	0,008	3,890	0,670	0,6	5,363	7,44
10	90	1,2	3,5	0,007	0,095	0,100	0,008	3,183	0,670	0,6	3,590	4,39
11	190	1,3	3,5	0,015	0,139	0,140	0,015	3,429	0,670	0,6	4,165	5,04
12	320	1,3	3,5	0,025	0,180	0,200	0,031	2,829	0,670	0,6	2,836	3,71
13	370	1	3,5	0,029	0,193	0,200	0,031	3,272	0,670	0,6	3,792	4,46

Tabulka B.10 Dimenzování zařízení č. 2

Zařízení č. 2 - Přívodní potrubí - Hlavní větev													
u	V	L	v'	S'	d'	hxb	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
1	250	1,5	3,0	0,023	0,172	-	0,315	0,078	0,891	0,100	0,3	0,141	0,29
2	600	1,7	3,2	0,052	0,258	-	0,315	0,078	2,139	0,210	0,3	0,810	1,17
3	850	1,5	3,4	0,069	0,297	-	0,315	0,078	3,030	0,450	0,3	1,626	2,30
4	1200	1,7	3,6	0,093	0,343	-	0,400	0,126	2,653	0,450	0,3	1,246	2,01
5	1450	1,5	3,8	0,106	0,367	-	0,400	0,126	3,205	0,310	0,3	1,820	2,28
6	1800	1,5	4,0	0,125	0,399	-	0,400	0,126	3,979	0,450	0	0,000	0,68
7	3000	14,3	4,2	0,198	0,503	-	0,500	0,196	4,244	0,450	2,6	27,655	34,09
8	3550	3,4	4,4	0,224	0,534	500x560	0,528	0,219	4,504	0,310	0,9	10,780	11,83
												Σ	54,65
												VÝUST	24,00
												KLAPKY	13,00
												SÁNÍ	16,00
												ŽALUZIE	20,00
												TLUMIČ	20,00
Σ													147,65 Pa
Zařízení č. 2 - Přívodní potrubí - Vedlejší větev													
u	V	L	v'	S'	d'	hxb	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
9	250	1,5	3,4	0,020	0,161	-	0,315	0,078	0,891	0,100	0,3	0,141	0,29
10	600	1,6	3,6	0,046	0,243	-	0,315	0,078	2,139	0,210	0,3	0,810	1,15
11	850	1,5	3,8	0,062	0,281	-	0,315	0,078	3,030	0,450	0,3	1,626	2,30
12	1200	1,5	4,0	0,083	0,326	-	0,315	0,078	4,277	0,450	0,3	3,241	3,92
Zařízení č. 2 - Odvodní potrubí - Hlavní větev													
u	V	L	v'	S'	d'	hxb	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
1	500	2,0	4,0	0,035	0,210	-	0,315	0,078	1,782	0,140	0,3	0,563	0,84
2	1000	2,0	4,2	0,066	0,290	-	0,315	0,078	3,564	0,450	0,3	2,251	3,15
3	1500	15,8	4,4	0,095	0,347	-	0,355	0,099	4,210	0,670	0,9	9,418	20,00
4	3000	2,3	4,6	0,181	0,480	-	0,500	0,196	4,244	0,450	0,8	8,509	9,54
5	3550	3,5	4,8	0,205	0,511	500x560	0,528	0,219	4,504	0,310	1,2	14,373	15,46
												Σ	49,00
												VÝUST	24,00
												KLAPKY	13,00
												VÝTLAK	16,00
												ŽALUZIE	20,00
												TLUMIČ	20,00
Σ													142,00 Pa
Zařízení č. 2 - Odvodní potrubí - Vedlejší větev													
u	V	L	v'	S'	d'	hxb	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
6	500	2,0	4,0	0,035	0,210	-	0,315	0,078	1,782	0,140	0,3	0,563	0,84
7	1000	2,0	4,2	0,066	0,290	-	0,315	0,078	3,564	0,450	0,3	2,251	3,15
8	1500	4,2	4,4	0,095	0,347	-	0,355	0,099	4,210	0,670	0,9	9,418	12,23

Tabulka B.11 Dimenzování zařízení č. 3

Zařízení č. 3 - Přívodní potrubí - Hlavní větev												
u	V	L	v'	S'	d'	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
1	300	6,2	3,5	0,024	0,174	0,180	0,025	3,275	1,000	0,6	3,800	10,00
2	750	3,5	3,7	0,056	0,268	0,280	0,062	3,383	0,670	0,9	6,084	8,43
3	1150	1,8	3,9	0,082	0,323	0,315	0,078	4,099	0,670	0,9	8,930	10,14
4	1300	2,1	4,1	0,088	0,335	0,315	0,078	4,634	0,450	0,9	11,411	12,36
											Σ	40,92
											VÝUSTĚ	26,00
											KLAPKY	13,00
											SÁNÍ	16,00
											ŽALUZIE	20,00
											TLUMIČ	20,00
											Σ	135,92 Pa
Zařízení č. 3 - Přívodní potrubí - Vedlejší větev												
u	V	L	v'	S'	d'	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
5	150	4,9	3,9	0,011	0,117	0,125	0,012	3,395	1,400	0,3	2,042	8,90
Zařízení č. 3 - Odvodní potrubí - Hlavní větev												
u	V	L	v'	S'	d'	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
1	50	3,3	3,5	0,004	0,071	0,100	0,008	1,768	0,670	0,3	0,554	2,76
2	400	2,2	3,6	0,031	0,198	0,200	0,031	3,537	1,000	0,3	2,216	4,42
3	550	1,0	3,7	0,041	0,229	0,225	0,040	3,842	1,000	0,9	7,846	8,85
4	800	1,0	3,8	0,058	0,273	0,280	0,062	3,609	0,670	0,8	6,153	6,82
5	900	2,5	3,9	0,064	0,286	0,280	0,062	4,060	0,670	1,1	10,707	12,38
6	1100	1,0	4,0	0,076	0,312	0,315	0,078	3,921	0,670	1,31	11,892	12,56
7	1150	1,2	4,1	0,078	0,315	0,315	0,078	4,099	0,670	1,52	15,081	15,89
8	1300	11,9	4,2	0,086	0,331	0,315	0,078	4,634	0,450	1,73	21,934	27,29
											Σ	90,97
											VÝUSTĚ	45,00
											KLAPKY	13,00
											VÝTLAK	16,00
											ŽALUZIE	20,00
											TLUMIČ	20,00
											Σ	204,97 Pa
Zařízení č. 3 - Odvodní potrubí - Vedlejší větev												
u	V	L	v'	S'	d'	d	S	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
9	350	2,0	3,5	0,028	0,188	0,200	0,031	3,095	0,670	0,3	1,697	3,04
10	100	2,0	3,6	0,008	0,099	0,100	0,008	3,537	2,100	0,3	2,216	6,42
11	200	4,2	3,7	0,015	0,138	0,140	0,015	3,609	1,400	0,9	6,922	12,80
12	150	4,2	3,9	0,011	0,117	0,125	0,012	3,395	1,400	0,9	6,127	12,01
13	50	1,0	4,0	0,003	0,066	0,100	0,008	1,768	1,400	0,9	1,662	3,06

B.5 Návrh vzduchotechnických jednotek

B.5.1 Zařízení č. 2

Byl proveden návrh sestavné jednotky výrobce Remak v programu AeroCad. Zařízení je rovnalaké a bude teplovzdušně větrat a chladit.

Letní období

Požadovaná teplota vzduchu ve skladu je 26°C, jednotka bude na tuto požadovanou teplotu chladit.

$$\Delta t = \frac{Q}{V \cdot \rho \cdot c} [K] \quad (17)$$
$$\Delta t = \frac{9931}{\frac{3550}{3600} \cdot 1010 \cdot 1,2} = 8,31 \text{ K}$$

→ teplota přírodního vzduchu: $26 - 8 = 18^{\circ}\text{C}$

Zimní období

Přírodní vzduch je ohříván pouze na požadovanou teplotu skladu, s rezervou 1 K. O pokrytí tepelných ztrát místnosti se stará profese vytápění.

→ teplota přírodního vzduchu: 21°C

$$\Delta x = \frac{M}{V \cdot \rho} [g/kg] \quad (18)$$
$$\Delta x = \frac{1952}{\frac{3550}{3600} \cdot 1010} = 2,1 [g/kg]$$

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 06
Typ řídicího systému	Není

Model box AMXP3



Hmotnost (+/-10%)	740 kg
Umístění jednotky	Vnitřní
Materiálové provedení	
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech

	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	3550 m³/h	3550 m³/h
Externí tlaková rezerva	148 Pa	139 Pa
Rychlost v průřezu	2.17 m/s	2.17 m/s
Příkon ventilátorů	1.29 kW	0.98 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1263 W.m⁻³.s	964 W.m⁻³.s

Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	2.27 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}		Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	2306 W.m⁻³.s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-12.0 → 8.6 °C	64 %	
Ohřev	8.6 → 21.0 °C	15.0 kW	70/49 °C, Voda, 8.0 kPa, 0.63 m³/h
Chlazení	30.0 → 19.3 °C	23.8 kW	6/12 °C, Voda, 13.9 kPa, 3.41 m³/h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

				LwA _{okt} * [dB]					LwA** [dB(A)]
Oktákové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	33	39	55	54	50	46	40	31	59
Přívod - výtlak	42	51	72	75	83	79	74	66	85
Přívod - okolí	35	35	52	48	53	48	44	33	57
Odvod - sání	32	38	52	53	47	44	39	34	56
Odvod - výtlak	39	50	67	70	75	72	68	63	79
Odvod - okolí	32	34	48	43	46	42	39	30	52

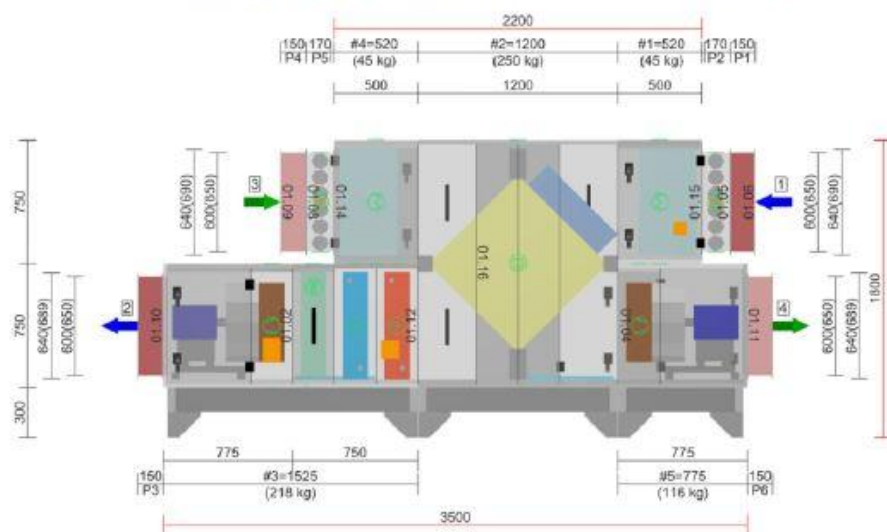
* Hladiny akustického výkonu v oktákových pásmech

** Celková hladina akustického výkonu

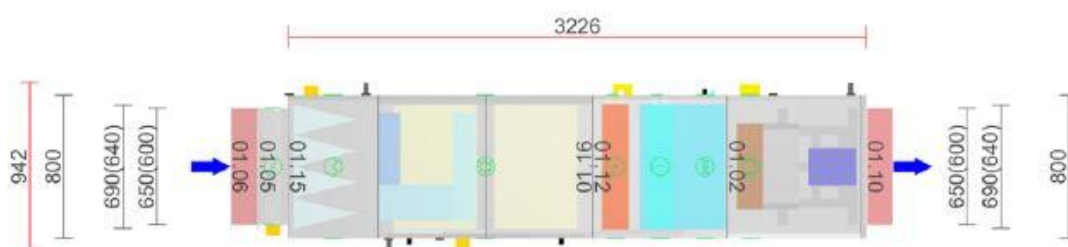
Obrázek 37 Parametry zařízení č. 1

Bokorys servisní strany

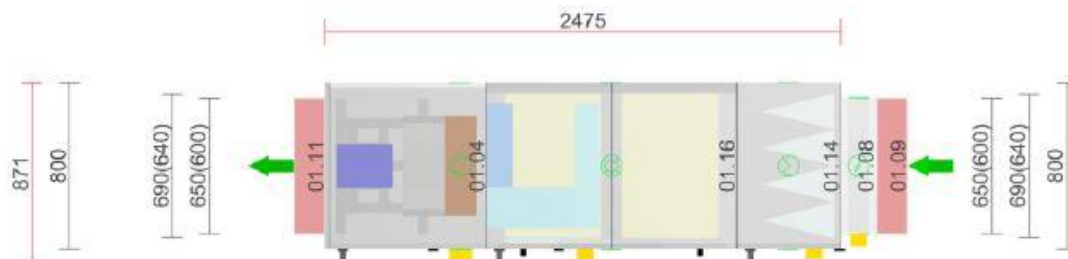
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přírodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



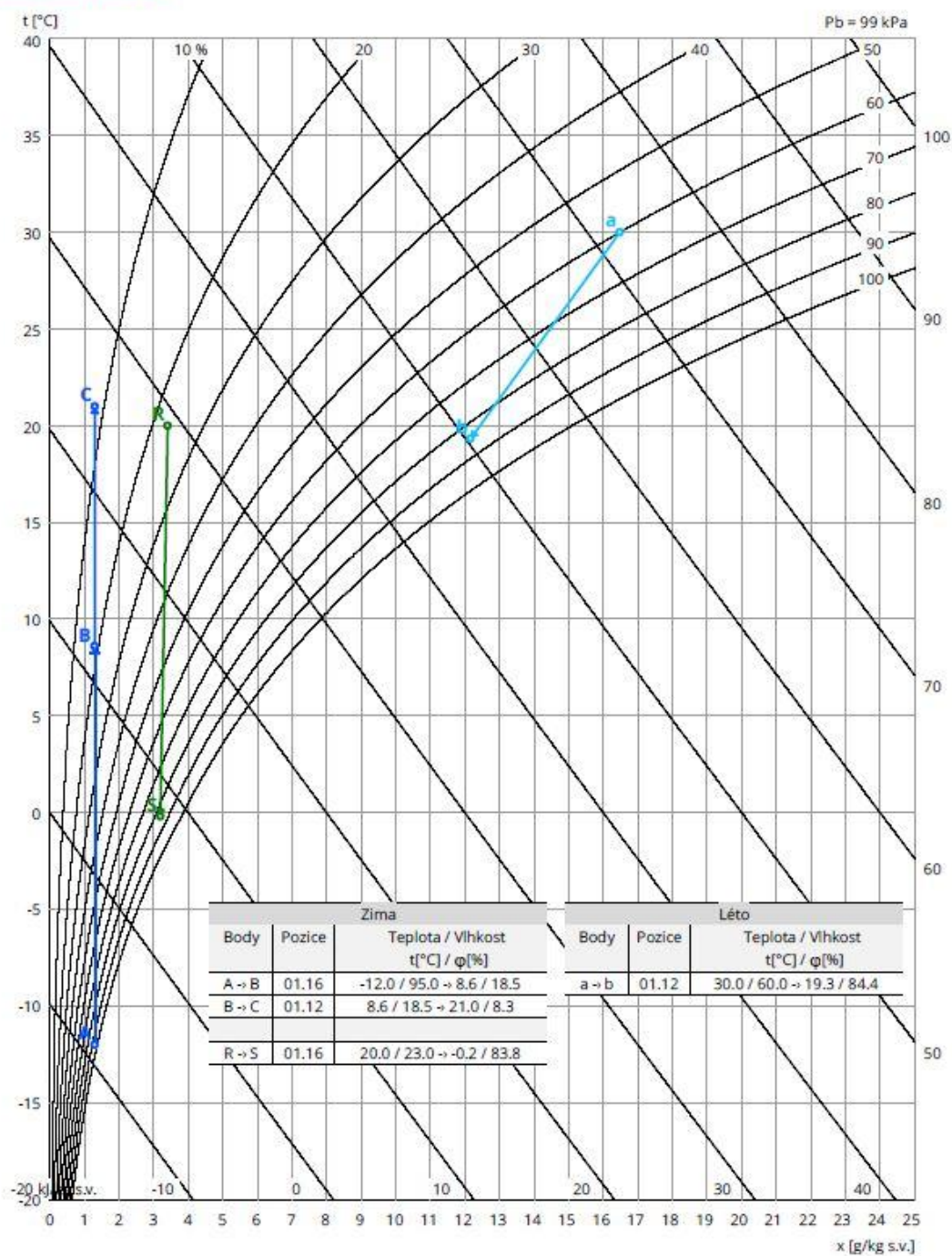
Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



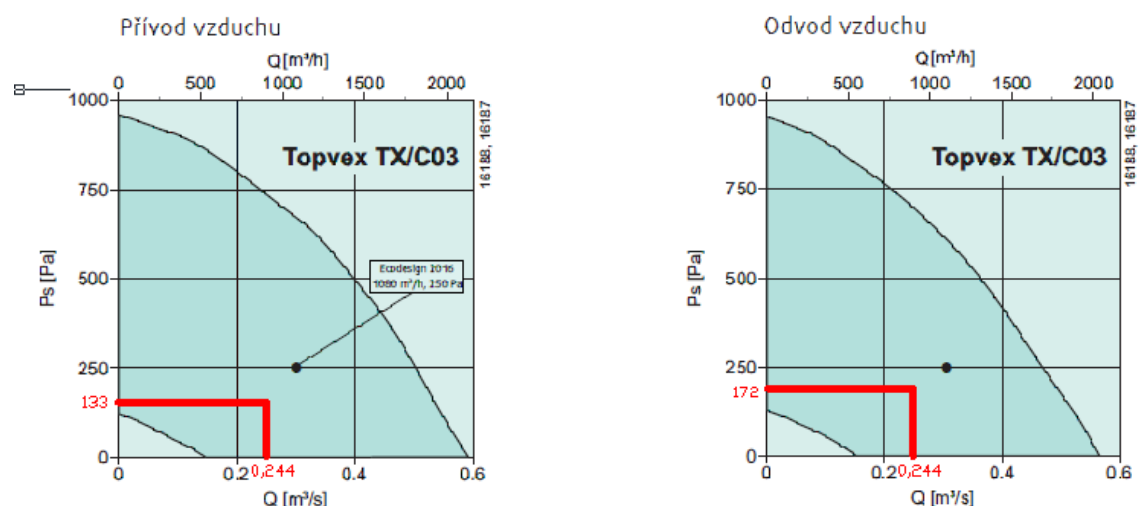
Obrázek 38 Rozměry zařízení č. 2



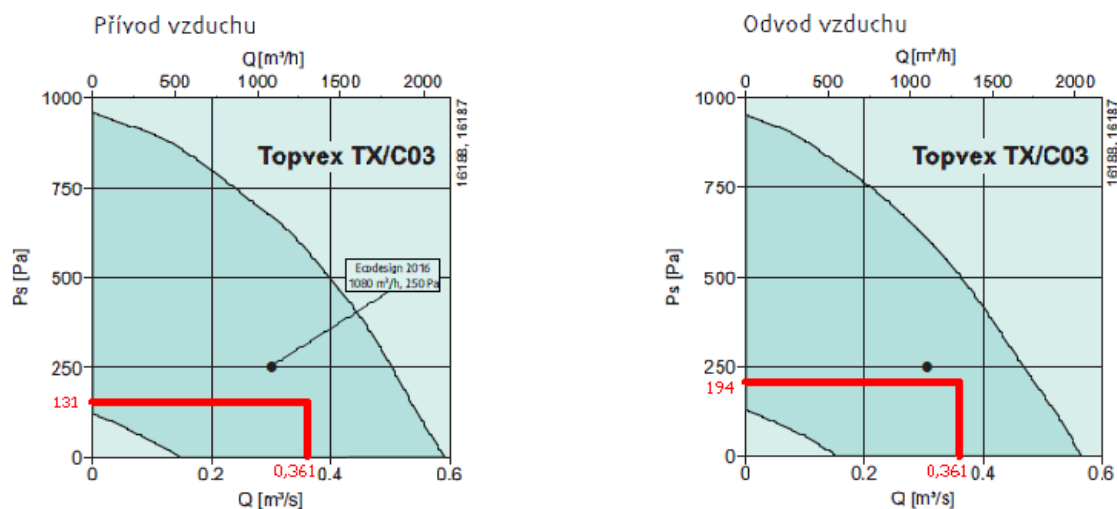
Obrázek 39 H-X Diagram zařízení č. 2

B.5.2 Zařízení č. 1 a 3

Dle požadovaného průtoku a spočítané tlakové ztráty byly pro funkční celky 1 a 3 navrženy kompaktní větrací jednotky Systemair Topvex TX/C03. Zařízení č. 1 s levým připojením, zařízení č. 3 s pravým. Jednotky pouze teplovzdušně větrají v zimním období. O pokrytí tepelných ztrát objektu v zimě se stará profese vytápění. V místnosti č. 1.01 a 1.02 jsou navrženy podstropní jednotky fancoil, které v létě odvádějí tepelnou zátěž budovy i výměnou vzduchu, viz. studie chlazení.



Obrázek 40 Návrh zařízení č. 1



Obrázek 41 Návrh zařízení č. 3

Jednotky	Přívod	Odvod
<input type="radio"/> Požadovaný průtok vzduchu	880	880 m³/h
<input checked="" type="radio"/> Průtok vzduchu	880	880 m³/h
<input type="radio"/> Požadovaná tlaková ztráta	133	170 Pa
<input checked="" type="radio"/> Tlaková ztráta	133	170 Pa
Příkon	178	191 W
Otáčky	1771	1878 ot/min
SFP čisté filtry		1,51 kW/m³/s
Teplota přívodního vzduchu	27	°C

Hlukový filtr A-filtr ▼

Hladina akustického výkonu		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Celk.
Přívod	dB(A)	46	59	57	58	62	60	54	51	57
Přívod - sání	dB(A)	47	53	50	46	48	45	41	32	57
Odvod - výtlak	dB(A)	43	60	60	61	62	59	53	50	68
Odvod	dB(A)	44	53	48	44	46	43	39	30	56
Okolí	dB(A)	30	50	45	37	38	39	30	31	52

Obrázek 42 Detaily zařízení č. 1

Jednotky	Přívod	Odvod
<input type="radio"/> Požadovaný průtok vzduchu	1300	1300 m³/h
<input checked="" type="radio"/> Průtok vzduchu	1300	1300 m³/h
<input type="radio"/> Požadovaná tlaková ztráta	135	205 Pa
<input checked="" type="radio"/> Tlaková ztráta	135	205 Pa
Příkon	336	367 W
Otáčky	2210	2406 ot/min
SFP čisté filtry		1,94 kW/m³/s
Teplota přívodního vzduchu	0	°C

Hlukový filtr A-filtr ▼

Hladina akustického výkonu		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Celk.
Přívod	dB(A)	48	58	65	64	68	66	61	60	73
Přívod - sání	dB(A)	49	52	58	52	53	52	48	40	62
Odvod - výtlak	dB(A)	48	59	73	68	68	66	61	59	76
Odvod	dB(A)	49	51	59	51	52	50	47	39	62
Okolí	dB(A)	32	48	57	44	44	46	38	39	59

Obrázek 43 Detaily zařízení č. 3

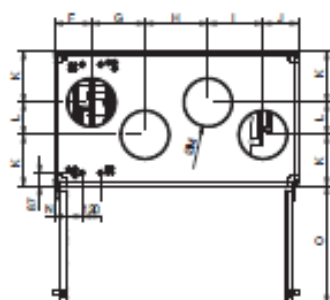
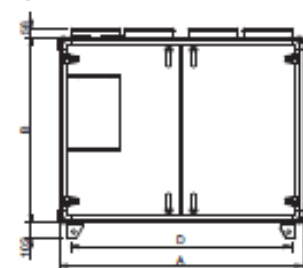
Technické údaje

Topvex TX/C		03EL	03HW	04EL	04HW	06EL	06HW
Napětí/frekvence	V/50 Hz	3~400	1~230	3~400	1~230	3~400	3~400
Přikoj, motory	W	2 x 737	2 x 737	2 x 740	2 x 740	2 x 895	2 x 895
Elektrický ohřev	kW	8	-	12	-	16	-
Vodní ohřev HWL, (70/50°C)*	kW	-	4,5	-	8,3	-	8,0
Vodní ohřev HWH, (40/30°C)*	kW	-	1,7	-	4,4	-	2,5
Doporučený jistič	A	3 x 25	10	3 x 32	10	3 x 32	3 x 10
Filtr, přívod vzduchu	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7
Filtr, odvod vzduchu	M5	M5	M5	M5	M5	M5	M5
Hmotnost	kg	286	286	296	296	405	405
Trída ochranného krytí	IP	23	23	23	23	23	23

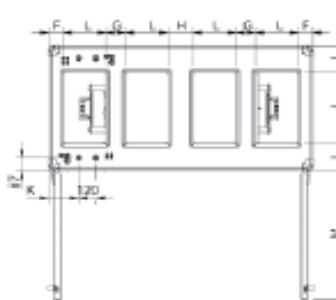
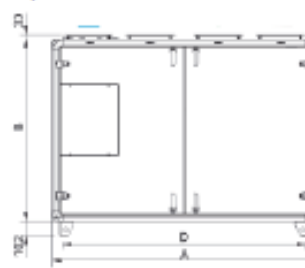
Obrázek 44 Technické údaje zař. č. 1 a 3

Rozměry

Topvex TX/C03 - levý model

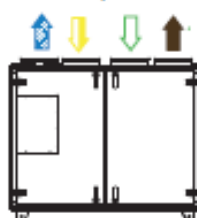


Topvex TX/C04-06 - levý model

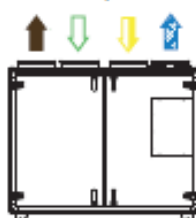


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Topvex TX/C03	1587	1210	880	1435	725	240	348	410	358	230	335	210	Ø 315	181	785
Topvex TX/C04	1860	1279	880	1708	725	104	136	180	190	500	195	300	920	-	-
Topvex TX/C06	2150	1630	880	1998	725	116	196	324	140	600	197	300	165	-	-

L - Levý model



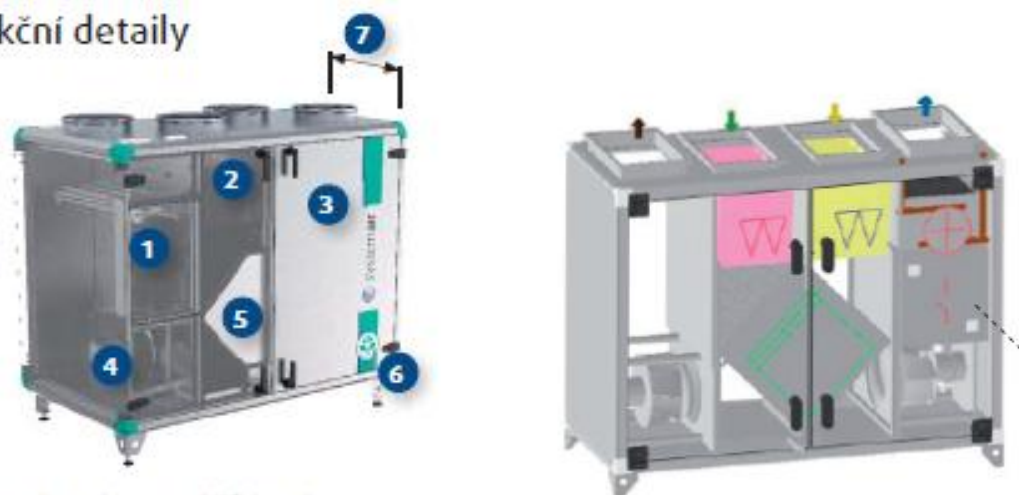
R - Pravý model



- Výtlač čerstvého vzduchu
- Výtlač odvodního vzduchu
- Sání čerstvého vzduchu
- Sání odvodního vzduchu

Obrázek 45 Rozměry zař. 1 a 3

Konstrukční detaily



- 1** Snadno přístupný vestavěný řídicí systém.
- 2** Kapsové filtry F7/M5 s nízkou tlakovou ztrátou. Zanesení filtrů kontroluje tlakové čidlo.
- 3** Velké servisní dveře pro snadný servis a údržbu. Odnímatelné panty pro stísněné prostory.
- 4** Vysoce účinné ventilátory s EC motory zajišťují nízkoenergetický provoz s minimálními hlukovými parametry. Možnost řízení průtoku vzduchu systémem CAV nebo VAV.
- 5** Jednoduše vyjímatelný deskový protiproudý rekuperátor s obtokem pro snadný servis a údržbu. Dynamické tlakové čidlo kontroluje vytvoření námrazy a přizpůsobuje se aktuálnímu průtoku vzduchu.
- 6** Plášť vyrobený z AluZinc 185 zajišťuje třídu korozní odolnosti C4.
- 7** Potřebná šířka transportního otvoru je pouze 900 mm.

Obrázek 46 Konstrukční detaily zař. č. 1 a 3

B.6 Útlum hluku

Tabulka B.12 Útlum hluku zař. č. 1 - interiér

Zařízení č. 1 - Přívodní potrubí								
$L_{wa}(dB/A) / f (Hz)$	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L_{vent}	59,0	57,0	58,0	62,0	60,0	54,0	51,0	66,9
Přirozený útlum D_p								
Rovné potrubí (22,8 m)	13,7	10,3	6,8	4,6	4,6	4,6	4,6	
Oblouky (5 ks)	0,0	0,0	5,0	10,0	15,0	15,0	15,0	
Odbočka 1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Odbočka 2	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	
Ohebné potrubí (0,7m)	14,7	18,9	15,8	12,3	9,1	11,6	7,0	
Koncový odraz	12,3	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	
Hluk ve výustce L_w	11,7	13,9	20,4	27,4	24,4	16,2	17,8	30,3
Vlastní hluk výustky L_1								20,0
Hluk vystupující z výustky L_5								30,7
Korekce na počet výustek K_1	počet výustek: 1							0,0
Hluk všech přívodních výustek L								30,7
Zařízení č. 1 - Odvodní potrubí								
$L_{wa}(dB/A) / f (Hz)$	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L_{vent}	53,0	48,0	44,0	45,0	43,0	39,0	30,0	55,4
Přirozený útlum D_p								
Rovné potrubí (15,7 m)	9,4	7,1	4,7	3,1	3,1	3,1	3,1	
Oblouky (4 ks)	0,0	0,0	4,0	8,0	12,0	12,0	12,0	
Odbočka 1	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	
Ohebné potrubí (0,7m)	14,7	18,9	15,8	12,3	9,1	11,6	7,0	
Koncový odraz	13,1	8,0	3,9	1,4	0,4	0,1	0,0	
Hluk ve výustce L_w	6,2	4,5	6,2	10,7	8,8	2,7	-1,7	15,2
Vlastní hluk výustky L_1								21,0
Hluk vystupující z výustky L_5								22,0
Korekce na počet výustek K_1	počet výustek: 1							0,0
Hluk všech přívodních výustek L								22,0
Zařízení č. 1 - Interiér - posouzení								
Vliv přívodního a odvodního potrubí $L_{w,s}$								31,2
Útlum hluku v místnosti								
Směrový činitel Q								2,0
Vzd. výustky k posluchači r								1,2
Pohltivá plocha místnosti A	celková plocha: 105 m ² ; součinitel zvukové pohltivosti: 0,1							10,5
Hladina akust. tl. v místě posluchače L_{eq}								28,1
Předepsaná hodnota hl. akust. tl. v místnosti $L_{eq,A}$	VYHOVUJE, bez návrhu tlumičů							50,0

Tabulka B.13 Útlum hluku zař. č. 1 - exteriér

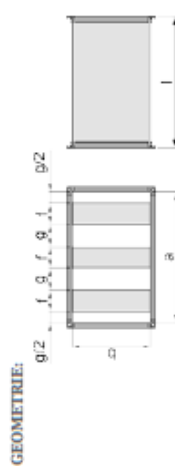
Zařízení č. 1 - Sací potrubí								
L _{wa} (dB(A)) / f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L _{vent}	53,0	50,0	45,0	48,0	45,0	41,0	32,0	56,4
Přirozený útlum D _p								
Rovné potrubí (12,3 m)	3,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
Oblouky (3 ks)	0,0	0,0	3,0	6,0	9,0	9,0	12,0	
Odbočka 1	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
Odbočka 2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
Koncový odraz	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	
Hluk na fasádě L _w	38,0	40,8	34,9	35,8	30,1	26,1	14,1	44,2
Posouzení Exteriér								
Útlum hluku								
Směrový činitel Q								2,0
Vzd. vyústky k posluchači r								2,0
Hladina akust. tl. v místě posluchače L _{so}								30,2
Předepsaná hodnota hl. akust. tl. v místnosti L _{p,A}	VYHOVUJE, bez návrhu tlumičů							40,0
Zařízení č. 1 - Výfukové potrubí								
L _{wa} (dB(A)) / f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L _{vent}	60,0	60,0	61,0	62,0	59,0	53,0	50,0	67,7
Přirozený útlum D _p								
Rovné potrubí (10,8 m)	3,2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
Oblouky (2 ks)	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	8,0	
Odbočka 1	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
Odbočka 2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
Koncový odraz	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	
Tlumič hluku	3,0	7,0	15,0	25,0	23,0	21,0	15,0	
Hluk na fasádě L _w	42,5	44,0	37,2	27,0	24,3	20,4	21,4	46,9
Posouzení Exteriér								
Útlum hluku								
Směrový činitel Q								2,0
Vzd. vyústky k posluchači r								1,5
Hladina akust. tl. v místě posluchače L _{so}								35,4
Předepsaná hodnota hl. akust. tl. v místnosti L _{p,A}	VYHOVUJE							40,0

Navržen tlumič MART THKU.400.400.500-3 2X KTH.100.400.500

WYŚLEDNÉ HODNOTY

ÓTLUM HLUKU:

ÚTLUM HLUKU:



šířka tluměče: a = 400 mm	šířka kulisy: f = 100 mm
výška tluměče: b = 400 mm	počet kulis: e = 2
délka tluměče: n = 500 mm	příložná mězera: g = 100 mm
náběhové hrany: ano	odtokové hrany: ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 880 \text{ m}^3/\text{h}$

VYBRANÉ FREKVENCE:

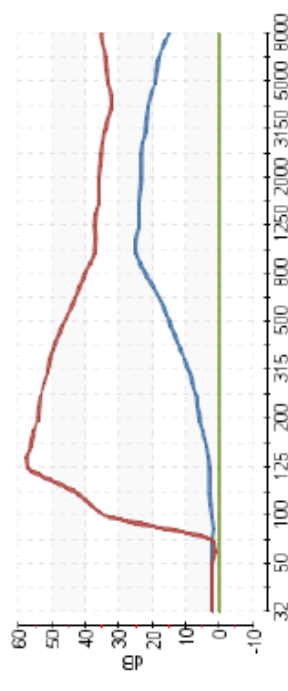
frekvence: **f**
126 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s vážovým filtrem A, dB(A)	0	0	60	60	61	62	59	53	50	68

KÓD OBJEDNÁVKY: THKL400.400.500-3 2X KTH.100.400.500

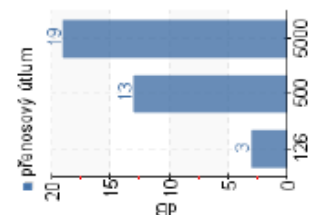
Technické řešení:
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frequency:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	soutřbová hladina
přenosový útlum:	2	2	3	7	15	25	23	21	15	-
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
hl. akust. výkonu za tlumičem s vzh. dle 4.1:	2	2	57	53	46	37	36	32	35	59

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková zráta:	2	Pa
plocha tlumiče:	0.16	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.5	m/s
ve volné ploše:	3.1	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

Obrázek 47 Navržený tlumič na výfukovém potrubí, zař. č. 1

Tabulka B.14 Útlum hluku zař. č. 2 - interiér

Zařízení č. 2 - Přívodní potrubí								
$L_{wa}(dB/A) / f (Hz)$	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L_{vent}	51,0	72,0	75,0	83,0	79,0	74,0	66,0	85,5
Přirozený útlum D_p								
Rovné potrubí (15,2 m)	9,1	6,8	4,6	3,0	3,0	3,0	3,0	
Oblouky (5 ks)	0,0	0,0	5,0	10,0	15,0	15,0	15,0	
Odbočka 1 (výústka)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
Odbočka 2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	
Koncový odraz	11,6	6,7	3,0	1,0	0,3	0,1	0,0	
Tlumič hluku	10,0	19,0	34,0	55,0	50,0	42,0	24,0	
Hluk ve výústce L_w	13,7	32,9	21,8	7,3	4,1	7,3	17,3	33,4
Vlastní hluk výústky L_1								37,0
Hluk vystupující z výústky L_s								38,6
Korekce na počet výústek K_1	počet výústek: 10							10,0
Hluk všech přívodních výústek L								48,6
Zařízení č. 2 - Odvodní potrubí								
$L_{wa}(dB/A) / f (Hz)$	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L_{vent}	38,0	52,0	53,0	47,0	44,0	39,0	34,0	56,5
Přirozený útlum D_p								
Rovné potrubí (9,8 m)	5,9	4,4	2,9	2,0	2,0	2,0	2,0	
Oblouky (5 ks)	0,0	0,0	5,0	10,0	15,0	15,0	15,0	
Odbočka 1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
Odbočka 2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
Koncový odraz	10,9	6,1	2,7	0,9	0,3	0,1	0,0	
Hluk ve výústce L_w	17,0	37,3	38,2	30,0	22,6	17,8	12,8	41,2
Vlastní hluk výústky L_1								37,0
Hluk vystupující z výústky L_s								42,6
Korekce na počet výústek K_1	počet výústek: 6							7,8
Hluk všech odvodních výústek L								50,4
Zařízení č. 2 - Interiér - posouzení								
Vliv přívodního a odvodního potrubí $L_{w,s}$								52,6
Útlum hluku v místnosti								
Směrový činitel Q								2,0
Vzd. výústky k posluchači r								2,0
Pohltivá plocha místnosti A	celková plocha: $638 m^2$; součinitel zvukové pohltivosti: 0,1							63,8
Hladina akust. tl. v místě posluchače L_{s0}								42,7
Předepsaná hodnota hl. akust. tl. v místnosti $L_{n,A}$	VYHOVUJE							50,0

Navržen tlumič MART THKU.1000.500.1500-3 5x KTH.100.500.1500

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÓTLUM HLUKU:

VÝSLEDNÉ HODNOTY:

	5	6	10	19	34	55	50	42	24	-	dB
prenosový útlum:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
vlastní hluk tlumiče:											
hl. akust. výkonn. za tlumičem s váb. filtr. A:	1	1	28	33	19	1	1	2	10	34	dB(A)

TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	5	Pa
plocha tlumiče:	0.5	m ²

VYBRANÉ FREKVENCE:

tlaková ztráta:	5	Pa
plocha tlumiče:	0.5	m ²

Age Group	Number of People
5-10	8
10-15	24
15-20	25

Technické řešení:
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zřízení budov

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

Tabulka B.15 Útlum hluku zař. č. 2 - exteriér

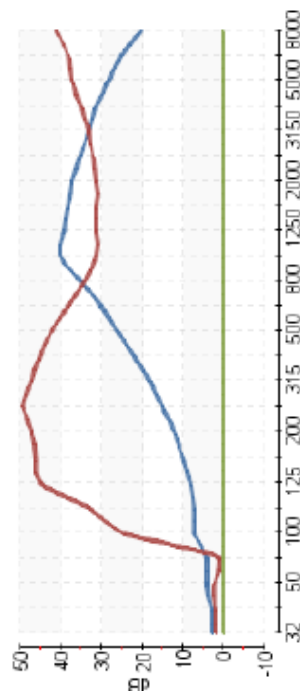
Zařízení č. 2 - Sací potrubí								
L _{wa} (dB/A) / f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L _{vent}	39,0	55,0	54,0	50,0	46,0	40,0	31,0	58,6
Přirozený útlum D _p								
Rovné potrubí (6,6 m)	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Oblouky (2 ks)	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	8,0	
Odbočka 1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
Koncový odraz	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	
Hluk na fasádě L _w	28,1	49,0	48,2	43,0	37,3	31,4	20,4	52,4
Posouzení Exteriér								
Útlum hluku								
Směrový činitel Q								2,0
Vzd. výústky k posluchači r								2,0
Hladina akust. tl. v místě posluchače L _{so}								38,4
Předepsaná hodnota hl. akust. tl. v místnosti L _{p,A}	VYHOVUJE, bez návrhu tlumičů							40,0
Zařízení č. 2 - Výfukové potrubí								
L _{wa} (dB/A) / f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L _{vent}	50,0	67,0	70,0	75,0	72,0	68,0	63,0	78,5
Přirozený útlum D _p								
Rovné potrubí (10,2 m)	3,1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
Oblouky (3 ks)	0,0	0,0	3,0	6,0	9,0	9,0	12,0	
Odbočka 1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
Koncový odraz	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	
Tlumič hluku	8,0	15,0	26,0	40,0	37,0	31,0	20,0	
Hluk na fasádě L _w	30,0	45,5	36,7	25,5	22,8	24,8	27,9	46,3
Posouzení Exteriér								
Útlum hluku								
Směrový činitel Q								2,0
Vzd. výústky k posluchači r								1,5
Hladina akust. tl. v místě posluchače L _{so}								34,8
Předepsaná hodnota hl. akust. tl. v místnosti L _{p,A}	VYHOVUJE							40,0

Navržen tlumič MART THKU.1000.600.1000-3 5x KTH.100.600.1000

WYŚLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

■ přenosový útlum ■ hluč za tlumičem ■ vlastní hluč tlumiče



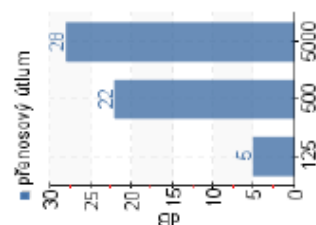
PARAMETRY PROUDĚNÍ:

WYBRANÉ FREKVENCE:

TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	3	Pa
plocha tlumiče:	0.6	m ²

VYBRANÉ FREKVENCE:



frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s vážovým tlissem A- [dB(A)]	0	0	53	64	68	71	68	66	61	75

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.5	m/s
ve volné ploše:	3.1	m/s

Technické řešení:
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

Všachny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

Obrázek 49 Navržený tlumič na výfukovém potrubí, zař. č. 2

Tabulka B.16 Útlum hluku zař. č. 3 - interiér

Zařízení č. 3 - Přívodní potrubí								
$L_{wa}(dB/A) / f (Hz)$	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L_{vent}	58,0	65,0	64,0	68,0	66,0	61,0	80,0	80,7
Přirozený útlum D_p								
Rovné potrubí (6 m)	3,6	2,7	1,8	1,2	1,2	1,2	1,2	
Oblouky (2 ks)	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
Odbočka 1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
Odbočka 2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	
Ohebné potrubí (1,5m)	26,3	34,5	28,5	22,5	16,5	21,0	12,8	
Koncový odraz	17,8	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	
Hluk ve výustce L_w	3,0	13,1	20,9	31,7	34,5	25,3	52,6	52,7
Vlastní hluk výustky L_1								23,0
Hluk vystupující z výustky L_5								52,7
Korekce na počet výustek K_1	počet výustek: 2							3,0
Hluk všech přívodních výustek L								55,7
Zařízení č. 3 - Odvodní potrubí								
$L_{wa}(dB/A) / f (Hz)$	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L_{vent}	51,0	59,0	51,0	52,0	50,0	47,0	39,0	61,3
Přirozený útlum D_p								
Rovné potrubí (22,9 m)	13,7	10,3	6,9	4,6	4,6	4,6	4,6	
Oblouky (3 ks)	0,0	0,0	3,0	6,0	9,0	9,0	9,0	
Odbočky	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	
Ohebné potrubí (0,7m)	31,5	40,5	33,8	26,3	19,5	24,8	15,0	
Koncový odraz	14,1	8,8	4,5	1,7	0,5	0,2	0,0	
Hluk ve výustce L_w	-17,0	-9,3	-5,8	4,7	7,7	-0,2	1,7	10,7
Vlastní hluk výustky L_1								21,0
Hluk vystupující z výustky L_5								21,4
Korekce na počet výustek K_1	počet výustek: 1							0,0
Hluk všech přívodních výustek L								21,4
Zařízení č. 3 - Interiér - posouzení								
Vliv přívodního a odvodního potrubí $L_{w,s}$								55,8
Útlum hluku v místnosti								
Směrový čísel Q								2,0
Vzd. výustky k posluchači r								1,2
Pohltivá plocha místnosti A	celková plocha: 219 m ² ; součinitel zvukové pohltivosti: 0,2							43,8
Hladina akust. tl. v místě posluchače L_{s0}								48,8
Předepsaná hodnota hl. akust. tl. v místnosti $L_{s,a}$	VYHOVUJE, bez návrhu tlumičů							50,0

Tabulka B.17 Útlum hluku zař. č. 3 - exteriér

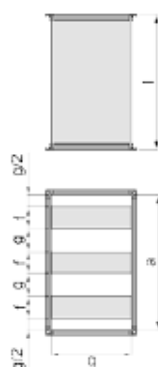
Zařízení č. 3 - Sací potrubí								
L _{wa} (dB(A) / f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L _{vent}	52,0	8,0	52,0	53,0	52,0	48,0	40,0	58,7
Přirozený útlum Dp								
Rovné potrubí (8,7 m)	2,6	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
Oblouky (2 ks)	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	8,0	
Odbočka 1	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
Odbočka 2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
Koncový odraz	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	
Hluk na fasádě L _w	38,1	-0,7	43,5	43,3	40,6	36,7	26,7	48,2
Posouzení Exteriér								
Útlum hluku								
Směrový činitel Q								2,0
Vzd. vyústky k posluchači r								2,0
Hladina akust. tl. v místě posluchače L ₅₀								34,2
Předepsaná hodnota hl. akust. tl. v místnosti L _{p,A}	VYHOVUJE, bez návrhu tlumičů							40,0
Zařízení č. 3 - Výfukové potrubí								
L _{wa} (dB(A) / f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
Hluk ventilátoru L _{vent}	59,0	73,0	68,0	68,0	66,0	61,0	59,0	76,0
Přirozený útlum Dp								
Rovné potrubí (8,2 m)	2,5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
Oblouky (1 ks)	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	4,0	
Odbočka 1	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
Odbočka 2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
Koncový odraz	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	
Tlumič hluku	8,0	14,0	25,0	40,0	37,0	31,0	20,0	
Hluk na fasádě L _w	37,2	50,4	35,6	20,4	20,7	21,7	29,8	50,8
Posouzení Exteriér								
Útlum hluku								
Směrový činitel Q								2,0
Vzd. vyústky k posluchači r								1,5
Hladina akust. tl. v místě posluchače L ₅₀								39,3
Předepsaná hodnota hl. akust. tl. v místnosti L _{p,A}	VYHOVUJE							40,0

Navržen tlumič MART THKU.600.600.1000-3 4X KTH.100.600.1000

WYŚLEDNÉ HODNOTY

číslo pozice:

92 1 9 9 1 92



Šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 4$

průčková mezera:
 $a = 50 \text{ mm}$

odtokové hrany:

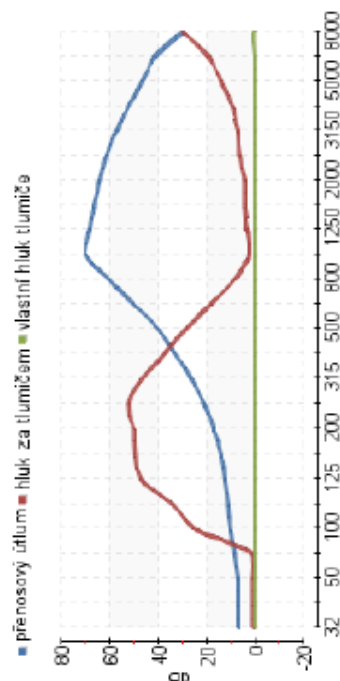
hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s vážebním filtrům A- [dB(A)]	0	0	59	73	68	68	66	61	59	76

KÓD OBJEDNÁVKY: THKU.600.600.1000-3 AX KTH.100.600.1000

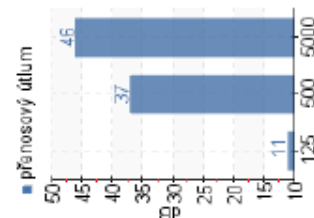
Technické řešení:

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.



frekvence:frequency:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	-	dB
přenosový útlum:	7	8	12	21	40	70	64	52	29			
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10		(dB(A))
hl. akust. výkonu za tlumičem s hl. akust. ztrát 0,95:	1	1	47	52	28	2	4	9	30	53		(dB(A))

PRÁTA TLUMIČE:



BRÁTA TLUMIČE:

tlaková zráta:	5	Pa
plocha tlumiče:	0.36	m ²

ROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1	m/s
ve volné ploše:	3	m/s

B.7 Izolace potrubí

Veškerá přívodní potrubí jsou izolována tepelnou izolací šířky 40mm. Ve strojovně jsou veškeré rozvody VZT potrubí izolovány tepelnou, protipožární a hlukovou izolací šířky 60mm. Posouzení bylo provedeno v programu Teruna. Uvádím ukázkou posouzení pro vybraná potrubí.

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: zařízení č. 2 přívod-zimá

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

to[°C]= 20
RHo[%]= 45

a(mm)= 560
b(mm)= 710

tvst[°C]= 21
RH[%]= 40

Délka(mm)= 1000

tvýst[°C]= 21

D(mm)= 500

☐ Hranaté potrubí ☒ Kruhové potrubí

tpo[°C]= 20.25
tro[°C]= 7.72
tpv[°C]= 20.95
trv[°C]= 6.9

tl(mm)= 40

Průtok vzduchu [m3/h]: 3550
Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.042

Potrubí je situováno v prostředí:
☒ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -1.48

Obrázek 51 Posouzení izolace přívodního spiro potrubí ve skladu v zimě

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: zařízení č. 2 sání-léto

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 27$
 $RH_o[\%] = 64$

$a[\text{mm}] = 560$
 $b[\text{mm}] = 710$

$tv_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] = 30$
 $tv_{\text{st}}[^\circ\text{C}] = 30$
 $RH[\%] = 60$

Délka[mm] = 1000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$D[\text{mm}] = 500$

$t_{po}[^\circ\text{C}] = 27.54$
 $t_{ro}[^\circ\text{C}] = 19.6$
 $t_{pv}[^\circ\text{C}] = 29.86$
 $t_{rv}[^\circ\text{C}] = 21.38$

$tl[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 3550
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.042

Potrubí je situováno v prostředí:

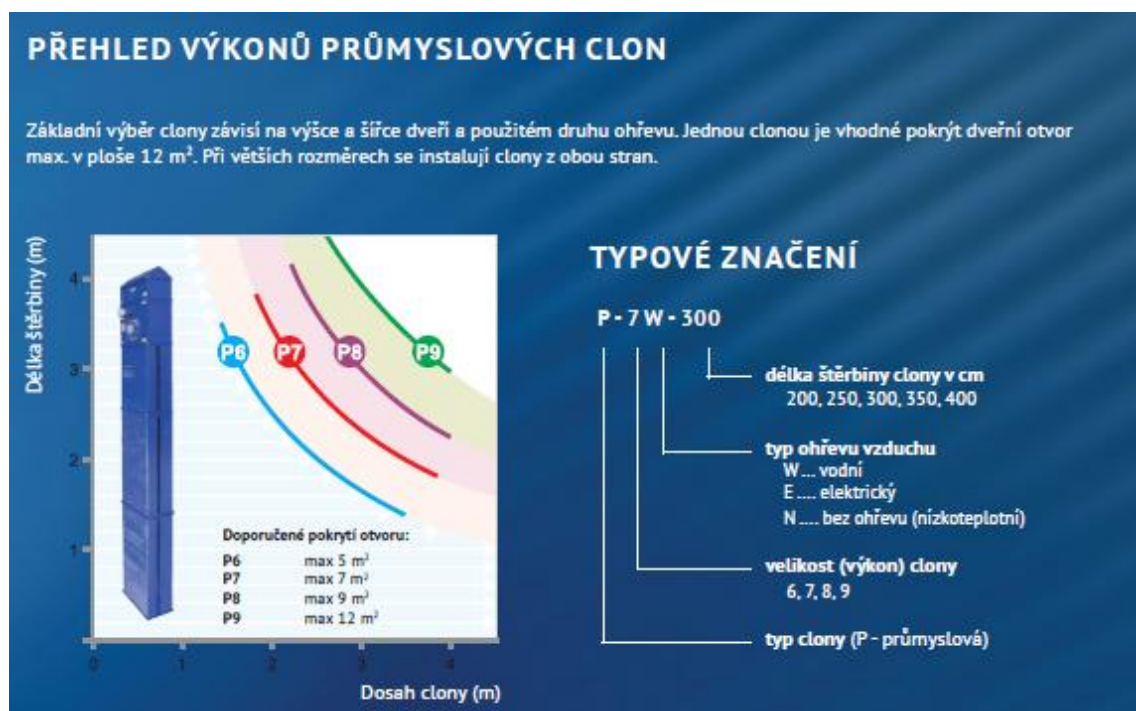
- ☒ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -5.22

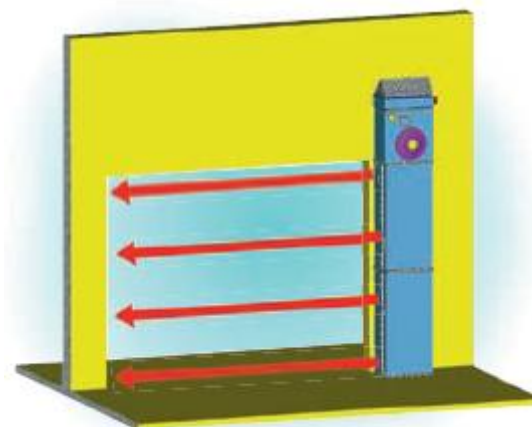
Obrázek 52 Posouzení izolace sacího hranatého potrubí ve strojovně v létě

B.8 Návrh dveřní clony

Ve skladu (m. č. 1.04) byla dle rozměrů vrat (3,0x3,1m) navržena dveřní clona s vodním ohřevem Remak Doormaster P-8 W-300.

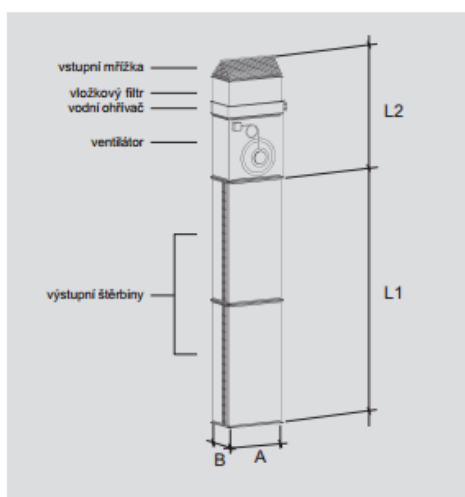


Obrázek 53 Návrhový diagram dveřní clony



Obrázek 54 Dveřní clona Remak Doormaster, schéma

		Vodní ohřev (W)				
DoorMaster		typ	P-6W-...	P-7W-...	P-8W-...	P-9W-...
Dosah proudu vzduchu		m	2,0 až 4,0			
Průtok vzduchu max.		m ³ /h	3900	5900	6100	8300
Průtok vzduchu max.		m ³ /s	1,08	1,64	1,69	2,31
Napájení			3 x 400 V / 50 Hz			
Proud celkový max.		A	4,1	6	5,1	6,8
Příkon celkový max.		kW	2,5	3,5	2,8	3,8
Krytí			IP 54			
Topné medium			voda do 110°C a 1,5 MPa			
Připojení výměníku			vnější závit G 1"			
Třída filtrace			G3			
Šířka		A m	0,6	0,7	0,8	0,9
Hloubka		B m	0,35	0,4	0,5	0,5
Délka štěrby		L1 m	2,0 až 4,0			
Výška pro vestavbu		L2 m	1,47	1,58	1,74	1,84
Střední hmotnost		m kg	100	125	159	190



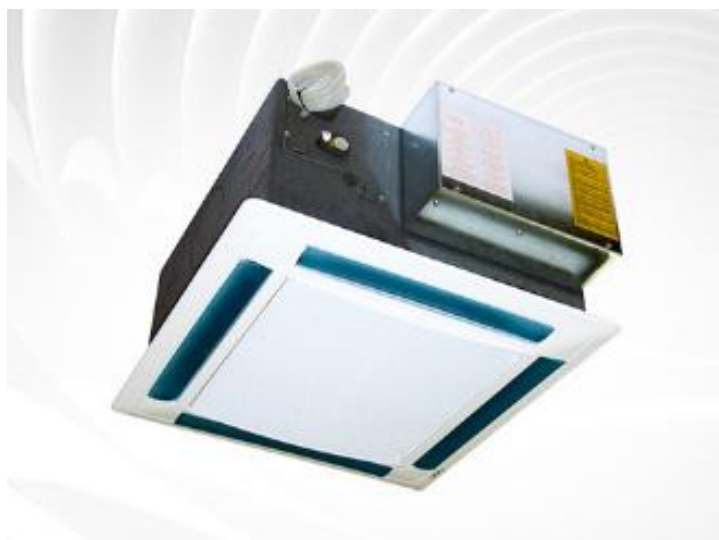
Obrázek 55 Technické parametry dvevní dlony

B.9 Koncepce chlazení

Pro chlazení prostor místností č. 1.01 Vstupní hala a 1.02 Víceúčelová hala (showroom) budou navrženy podstropní jednotky fancoil DencoHappel Cassette-Geko. Odvádějí jak dříve vypočtenou tepelnou zátěž budovy tak tepelné zisky vzniklé větráním, protože zařízení č. 3 neobsahuje chladič a do místnosti se tak přivádí vzduch ochlazen pouze nepatrně rekuperací tepla. Jedná se pouze o koncepci, podrobně řeší profese chlazení.

Tabulka B.18 Návrh jednotek fancoil

Místnost	Průtok [m ³ /h]	t_i [°C]	Q_{bud} [W]	$Q_{v\dot{e}t}$ [W]	Q_{celk} [W]	Navržená jednotka	Počet	$Q_{FCU,max}$ [W]
1.01 Vstupní hala	300	26	8558	303	8861	DencoHappel Cassette-Geko Big Single GCB2.UWE.SE3	1	10
1.02 Víceúčelová hala	850	26	9128	859	9987	DencoHappel Cassette-Geko Single GCS2.UWE.SE3	2	9,7



Obrázek 56 Podstropní fancoil jednotka DencoHappel Cassette-Geko Single

C. PROJEKT

C.1 Technická zpráva

C.1.1 ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce byl návrh vzduchotechniky pro sídlo firmy na úrovni prováděcí dokumentace.

C.1.1.1 Popis zadaného objektu

Jedná se o dvoupodlažní objekt sídla firmy, nacházející se v Brně. V prvním patře se nachází víceúčelová místnost (showroom) s odpovídajícím zázemím, sklad s menší dílnou a sociální zázemí pro zaměstnance. V druhém nadzemním podlaží se poté nachází prostory administrativní části firmy a terasa. V této práci je řešen návrh vzduchotechniky pouze pro první nadzemní podlaží budovy.

C.1.1.2 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byla výkresová dokumentace (půdorysy a řezy) stavebního řešení objektu spolu s požadavky investora.

Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení:

- ČSN EN 15251/2011 – Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení
- Vyhláška č. 6/2003 Sb. Hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov
- ČSN 01 3454 Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace
- Předpis č. 272/2011 Sb. – Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- AeroCAD – program pro návrh vzduchotechnických jednotek
- Teruna – program pro návrh tepelné izolace potrubí
- MartAkustik – program pro návrh tlumičů hluku
- Mandík – podklady výrobce
- Elektrodesign – podklady výrobce
- DencoHappel – podklady výrobce
- Systemair - podklady výrobce

C.1.1.3 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

- Lokalita: Brno
- Nadmořská výška: 300 m.m.m.
- Zimní venkovní výpočtová teplota: -12 °C
- Letní venkovní výpočtová teplota: 30 °C

C.1.1.4 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Tabulka C.1 Tabulka parametrů

Místnost				Mezní požadované hodnoty		
M.Č.	Název	Plocha	Objem	t _i léto	t _i zima	Rel. Vlhkost
		m ²	m ³	°C	°C	%
1.01	Vstupní hala	32,69	98,07	26	20	30-70
1.02	Víceúčelová hala	63,69	191,07	26	20	30-70
1.03	Technická místnost	76,78	270,65	-	15	-
1.04	Dílna/sklad	215,79	733,67	26	20	30-70
1.05	Chodba	18,46	55,38	-	15	-
1.06	WC muži	8,11	24,33	-	20	-
1.07	Umývárna muži	8,05	24,15	-	24	-
1.08	Šatna muži	20,42	61,26	-	24	-
1.09	Šatna ženy	4,66	13,98	-	24	-
1.10	Sprcha ženy	1,67	5,01	-	24	-
1.11	WC ženy	3,33	9,99	-	20	-
1.12	Úklid	2,19	6,57	-	-	-
1.13	Sklad	5,97	17,91	-	15	-
1.15	Schodiště	27,54	82,62	-	15	-
1.16	Občerstvení	10,78	32,34	-	20	-
1.17	Zázemí občerstvení	4,78	14,34	-	20	-
1.18	WC	1,83	5,49	-	20	-
1.19	Chodba	8,05	24,15	-	20	-
1.20	WC ženy	3,65	10,95	-	20	-
1.21	WC muži	6,46	19,38	-	20	-
1.22	WC TTP	4,05	12,15	-	20	-
1.23	Sklad	22,68	68,04	-	-	-
1.24	Zádveří	5,77	17,31	-	-	-

Mezní hladiny akustického výkonu jsou:

- na fasádě - 40 dBa
- v interiéru - 50 dBa

C.1.2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Objekt je z hlediska účelu rozdělen do tří částí, kdy každá část bude obsluhována jedním zařízením. Ty budou umístěny v technické místnosti č. 1.03. Vlhčení vzduchu není uvažováno.. Pro zamezení šíření odérů je v hygienickém zázemí vzduch odváděn podtlakově a přiváděn z přílehlých prostor (např. šaten, chodby) dvevní mřížkou.

První zónou je sociální zázemí pro zaměstnance dílny a skladníků. Jelikož se zde odehrává směnný provoz, předpokládaný potřebný chod vzduchotechnického zařízení je pouze dvakrát denně, po dobu několika málo hodin. Proto budou prostory obsluhovány samostatným zařízením.

Druhá zóna je tvořena zejména skladem, ve kterém se nachází i menší dílna. Z požadavků investora, vycházejícího z druhu skladovaných předmětů a výrobní povaze v dílně, nejsou klade-ny na tyto prostory z hlediska vzduchotechniky žádné vyšší požadavky. Nicméně na základě nařízení vlády č. 361/2007 Sb., spadá druh této vykonávané práce do kategorie IIb, z čehož vyplývají požadavky na maximální teplotu na pracovišti, $t_{0max} = 26^{\circ} C$. Zařízení č. 2 tedy bude i chladit. Do této zóny je z důvodu vhodnosti z hlediska umístění a podobnosti provozu přiřaze-na i technická místnost.

Třetí funkční celek jsou prostory sestávající se zejména ze vstupní a víceúčelové haly (showro-omu), dále z příslušného hygienického zázemí, chodeb, prostor pro drobné občerstvení a men-šího skladu. Vzduchotechnická jednotka bude pouze větrat a chlazení showroomu bude řešeno nezávislým vodním systémem klimatizace, resp. fancoil jednotkami, umístěnými ve stropě.

Provoz VZT zařízení bude řízen samostatným systémem MaR. Výroba studené vody pro chladič zařízení č. 2 a pro podstropní fancoil jednotky bude prováděna ve venkovní klimatisační jed-notce umístěné na severní fasádě.

Výsledný průtok vzduchu pro místnost je větší z hodnot minimálního průtoku určeného pro:

- počet osob, resp. počet zařizovacích předmětů nacházejících se v místnosti
- minimální výměna vzduchu, vztažená k objemu místnosti

C.1.2.1 Hygienické větrání a klimatizace

Pro jednotlivé typy zařizovacích předmětů bylo uvažováno s průtokem vzduchu dle vyhlášky č. 6/2003 Sb., viz. Tabulka C.2

Tabulka C.2 Množství odváděného vzduchu pro hygienická zařízení

Potřeba vzduchu [m^3/h]	
Pisoár	25
Šatní místnost	25
Umyvadlo	30
Záchod	50
Sprcha	100

Dávka větracího vzduchu ve výpočtu uvažované na osobu jsou následující:

- Lehce pracující osoby: $50 m^3/h$
- Pracující osoby s větší fyzickou zátěží (v dílně): $70 m^3/h$
- Návštěvníci showroomu: $25 m^3/h$

Počet osob na směně v dílně je 8, ve vstupní hale je odhadem stanoven počet lidí na 5, v showroomu je uvažována 1 osoba na $3m^2$, celkem tedy 22 osob.

Násobná výměna objemu vzduchu místnosti za hodinu:

- 3x ve vstupní hale
- 4x v dílně a showroomu
- 5x v občerstvení
- 2x ve všech ostatních místnostech

Pro zamezení šíření odérů je v hygienickém zázemí vzduch odváděn podtlakově a přiváděn z přilehlých prostor (např. šaten, chodby) dvevní mřížkou.

V zařízení č. 2 jsou navrženy filtry kategorie M5, v kompaktních zařízení č. 1 a 3 filtry kategorie F7 na přívodu a M5 na odvodu.

C.1.2.2 Energetické zdroje

Elektrická energie

Elektrická energie pro provoz elektromotorů vzduchotechnických zařízení a klimatizace, včetně zdroje chladu - soustava 3 + PEN, 50 Hz, 400V /230V.

Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu v tepelných výměnících vzduchotechnických jednotek bude sloužit kondenzační kotel umístěn ve strojovně. Teplotní spád teplotního média je 70/50.

Chlazení venkovního vzduchu ve výměnících VZT jednotek a fancoilů bude zajištěno kondenzační jednotkou umístěnou na severní fasádě.

C.1.3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

C.1.3.1 Koncepce větracích a klimatizačních zařízení

Zadaný objekt je rozdělen do funkčních celků, jimž odpovídají následující zařízení. Ve strojovně bude zřízeno centrální sání a výfuk.

Zařízení č. 1 - Nucené větrání šaten

Toto zařízení slouží k větrání hygienického zázemí zaměstnanců dílny. Je navržena kompaktní větrací jednotka Systemair Topvex TX/C03 s levým připojením. Jedná se o rovnotlaké zařízení o průtoku vzduchu $880 \text{ m}^3/\text{h}$, které je umístěno ve strojovně vzduchotechniky. Jednotka pouze teplovzdušně větrají. O pokrytí tepelných ztrát objektu v zimě se stará profese vytápění. Jednotka obsahuje deskový protiproudový rekuperátor, ohřívač vzduchu, filtry kategorie F7 na přívodním potrubí a M5 na odvodním. Koncové elementy jsou umístěny v podhledu, na přívodním potrubí vířivé vyústě a na odvodním talířové ventily.

Zařízení č. 2 - Nucené větrání a chlazení skladu a technické místnosti

Jedná se o sestavnou, rovnotlakou jednotku Remak Aeromaster XP 06, o průtoku $3550 \text{ m}^3/\text{h}$ nacházející se rovněž ve strojovně. Zařízení je rovnotlaké a bude teplovzdušně větrat a chladit. Skladba jednotky je následující: na přívodní větvi se postupně směrem z exteriéru nachází regulační klapka, kapsový filtr třídy M5, deskový protiproudový deskový rekuperátor o účinnosti 64%, dále ohřívač (výkon 15 kW, teplotní spád 70/50 °C) chladič (výkon 23,8 kW, teplotní spád 6/12 °C), eliminátor klapek a přívodní ventilátor (elektrický příkon 1,29 kW). Odvodní vzduch po regulační klapce prochází filtrem třídy M5, přes rekuperátor a ventilátor (elektrický příkon 0,98 kW). O distribuci a odvod vzduchu se starají vyústky pro kruhové potrubí, vedeno pod stropem bez podhledu.

Zařízení č. 3 - Nucené větrání hlavní místnosti, zázemí, chodeb

Větrací kompaktní jednotka Systemair Topvex TX/C03 s pravým připojením. Jedná se o rovnotlaké zařízení o průtoku vzduchu $1300 \text{ m}^3/\text{h}$, které je umístěno ve strojovně vzduchotechniky. Jednotka pouze teplovzdušně větrá. Jednotka obsahuje deskový protiproudový rekuperátor, ohřívač vzduchu, filtry kategorie F7 na přívodním potrubí a M5 na odvodním. O pokrytí tepelných ztrát objektu v zimě se stará profese vytápění. Tepelné zisky v místnosti 1.01 Vstupní hala a 1.02 Víceúčelová hala pokrývají podstropní fancoil jednotky, zař. č. 5. Koncové elementy jsou umístěny v podhledu, na přívodním potrubí vířivé vyústě a na odvodním talířové ventily.

Zařízení č. 4 - Dveřní clona

Ve skladu byla navržena dveřní clona s vodním ohřevem Remak Doormaster P-8 W-300. Délka štěrby 3000mm, maximální celkový příkon 2,8kW, maximální průtok vzduchu $6100 \text{ m}^3/\text{h}$.

Zařízení č. 5 - Chlazení

Toto zařízení obstarává chlazení prostor místností č. 1.01 Vstupní hala a 1.02 Víceúčelová hala (showroom) podstropními jednotkami fancoil DencoHappel Cassette-Geko. Odvádějí jak tepelnou zátěž budovy tak tepelné zisky vzniklé větráním, protože zařízení č. 3 neobsahuje chladič a do místnosti se tak přivádí vzduch ochlazen pouze nepatrně rekuperací tepla. V místnosti č.

1.01 se nachází jeden podstropní fancoil DencoHappel Cassette-Geko Big Single GCB2.UWE.SE3 s EC motorem o maximálním chladícím výkonu 9,7 kW. V místnosti 1.02 jsou v podhledu umístěny dvě jednotky fancoil typu DencoHappel Cassette-Geko Single GCS2.UWE.SE3 rovněž regulované EC motory, o celkovém chladícím výkonu 9,7kW. Oba typy jsou ovládány dálkovým infraovlačem. Odvod kondenzátu přes zápachovou uzávěrku. Rozvody teplosnosného media v Cu potrubí, příslušné dimenze viz. profese chlazení. Výroba chladicí vody je obstarána venkovní kondenzační jednotkou, umístěnou na severní straně fasády. Teplotní spád chladicí vody 6/12°C. Více viz. profese chlazení.

Tabulka C.3 Tabulka místností

MÍSTNOST															MIN. PRŮTOK VZDUCHU		PRŮTOK VZDUCHU	
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA (m²)	OBJEM(m³)	POČET OSOB	PRŮTOK VZDUCHU/OSOBA (ZAŘ. PŘEDMĚT) (m³/h)	MIN. VÝMĚNA VZDUCHU (l/s)	VODNÍ ZISKY (g/h)	TEPELNÉ ZISKY (W)	TEPELNÉ ZTRÁTY (W)	PRO POČET OSOB (ZAŘ. PŘEDMĚT) (m³/h)	PRO MIN. VÝMĚNU VZDUCHU (m³/h)	PŘÍVOD (m³/h)	ODVOD (m³/h)					
Zařízení č. 1 - Nucené větrání šaten																		
1.05	Chodba	18,46	55,38	-	-	2				-	111	200	150					
1.06	WC muži	8,11	24,33	-	2x25, 2x50	2				150	49	-	150					
1.07	Umývárna muži	8,05	24,15	-	2x100, 2x30	2				260	48	-	260					
1.08	Šatna muži	20,42	61,26	-	20x25	2				500	123	500	90					
1.09	Šatna ženy	4,66	13,98	-	5x25	2				125	28	180	-					
1.10	Sprcha ženy	1,67	5,01	-	1x100	2				100	10	-	100					
1.11	WC ženy	3,33	9,99	-	1x50, 1x30	2				80	20	-	80					
1.12	Úklid	2,19	6,57	-	1x50	2				50	13	-	50					
												880	880					
Zařízení č. 2 - Nucené větrání a chlazení skladu a technické místnosti																		
1.03	Technická místnost	76,78	270,65	-	-	2				-	541	550	550					
1.04	Dílňa/sklad	215,79	733,67	8	70	4		9931	2047	560	2935	3000	3000					
												3550	3550					
Zařízení č. 3 - Nucené větrání hlavní místnosti, zázemí, chodeb																		
1.01	Vstupní hala	32,69	98,07	5	50	3		8558	1111	250	294	300	-					
1.02	Víceúčelová hala	63,69	191,07	22	25	4		9128	1144	550	764	850	100					
1.13	Sklad	5,97	17,91	-	-	2				-	36	-	50					
1.15	Schodiště	27,54	82,62	-	-	2				-	165	-	250					
1.16	Občerstvení	10,78	32,34	-	2x30	5				60	162	-	200					
1.17	Zázemí občerstvení	4,78	14,34	-	1x30	2				30	29	-	50					
1.18	WC	1,83	5,49	-	1x50	2				50	11	-	50					
1.19	Chodba	8,05	24,15	-	2x30	2				60	48	-	100					
1.20	WC ženy	3,65	10,95	-	1x50, 1x30	2				80	22	-	100					
1.21	WC muži	6,46	19,38	-	1x25, 1x50, 1x30	2				105	39	-	150					
1.22	WC TTP	4,05	12,15	-	1x50, 1x30	2				80	24	-	100					
1.23	Sklad	22,68	68,04	-	-	2				-	136	150	150					
												1300	1300					

C.1.4 NÁROKY NA ENERGIE

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit zdroje energií, viz. příloha technické zprávy: Tabulka zařízení.

C.1.5 MĚŘENÍ A REGULACE

Navržené systémy VZT budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace – profese MaR :

- ovládání chodu ventilátorů
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřívače v zimním období
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období
- protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku
- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- snímání a signalizace zanesení filtrů
- poruchová signalizace
- snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje chladu
- regulace požárních a regulačních klapek

C.1.6 NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE

C.1.6.1 Stavební úpravy

- Instalační šachty pro VZT potrubí
- Betonový základ pro zařízení č. 2
- Prostupy skrz svislé stavební konstrukce
- Obložení a dotěsnění prostupů VZT
- Zřízení revizních otvorů

C.1.6.2 Silnoproud

- Připojení VZT jednotek
- Napojení rozvaděče MaR

C.1.6.3 Vytápění

- Připojení ohřívačů vzduchotechnických zařízení na zdroj tepla

C.1.6.4 Chlazení

- Připojení chladičů jednotek fancoil
- Připojení chladičů VZT jednotek

C.1.6.5 Zdravotní technika

- Odvod kondenzátu

C.1.7 PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ

- Do VZT potrubí ve strojovně jsou vloženy tlumiče, pro všechna zařízení zvlášť pro výfuk. Zařízení č. 2 má instalováno tlumič i v přívodním potrubí
- Rozvody potrubí jsou k VZT jednotkám připojeny pomocí tlumících vložek
- Veškeré točivé stroje budou pružně uloženy.

C.1.8 IZOLACE A NÁTĚRY

Veškerá přívodní potrubí jsou izolována tepelnou izolací šířky 40mm. Ve strojovně jsou veškeré rozvody VZT potrubí izolovány tepelnou, protipožární a hlukovou izolací šířky 60mm.

C.1.9 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Místnost č. 1.03 Strojovna je samostatný požární úsek. Veškeré vzduchotechnické potrubí procházející stavební konstrukcí ohraničující tento úsek jsou opatřeny požární klapkou.

C.1.10 MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ

Instalace VZT zařízení je provedena proškolenými pracovníky. Před uvedením do provozu potřeba provést vstupní kontrola a proškolení obsluhy. Technika musí být pravidelně kontrolována a čištěna.

C.1.11 ZÁVĚR

Navržený vzduchotechnický systém vyhovuje požadavkům investora a splňuje předepsané hodnoty na hygienické požadavky.

C.1.12 TABULKA ZAŘÍZENÍ

Tabulka C.4 Tabulka zařízení

Technická pozice	Vzduchotechnika pro sídlo firmy	Ventilátor				Elektřina				Ohřev			Chlazení				Ovládání
		Přívod/odvod	Množství vzduchu	Externí tlak	Počet	Elektrický příkon	Elektrický příkon celkem	Elektrický proud	Napětí/frekve.	Topný příkon 70/50 °C	Průtok média	Tlaková ztráta výměníku	Chladicí výkon 6/12	Průtok média	Tlaková ztráta výměníku	Kondenzát	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ovládání
1.1	Zařízení č. 1 - Nucené větrání šaten																
	Vodní ohřivač									2,9	0,27	0,1					MaR
	Přívodní ventilátor	P	880	133	1	0,18	0,18	0,34	3x400/50								MaR
	Odvodní ventilátor	O	880	170	1	0,19	0,19	0,37	3x400/50								MaR
2.1	Zařízení č. 2 - Nucené větrání a chlazení skladu a technické místnosti																
	Vodní ohřivač									15	0,63	8					MaR
	Vodní chladič												23,8	3,41	13,9	16,8	MaR
	Přívodní ventilátor	P	3550	148	1	1,29	1,29	2,4	3x400/50								MaR
	Odvodní ventilátor	O	3 550	142	1	0,98	0,98	2,51	3x400/50								MaR
3.1	Zařízení č. 3 - Nucené větrání hlavní místnosti, zázemí, chodeb																
	Vodní ohřivač									4,6	0,48	1,1					MaR
	Přívodní ventilátor	P	1300	135	1	0,33	0,33	0,62	3x400/50								MaR
	Odvodní ventilátor	O	1 300	205	1	0,37	0,37	0,69	3x400/50								MaR
	Celkem						3			23						24	
	Celkem s předpokládanou současností					0,9	3			20						21	

C.2 Technická specifikace

Technická specifikace VZT zařízení

Zařízení č. 1 - Nucené větrání šaten

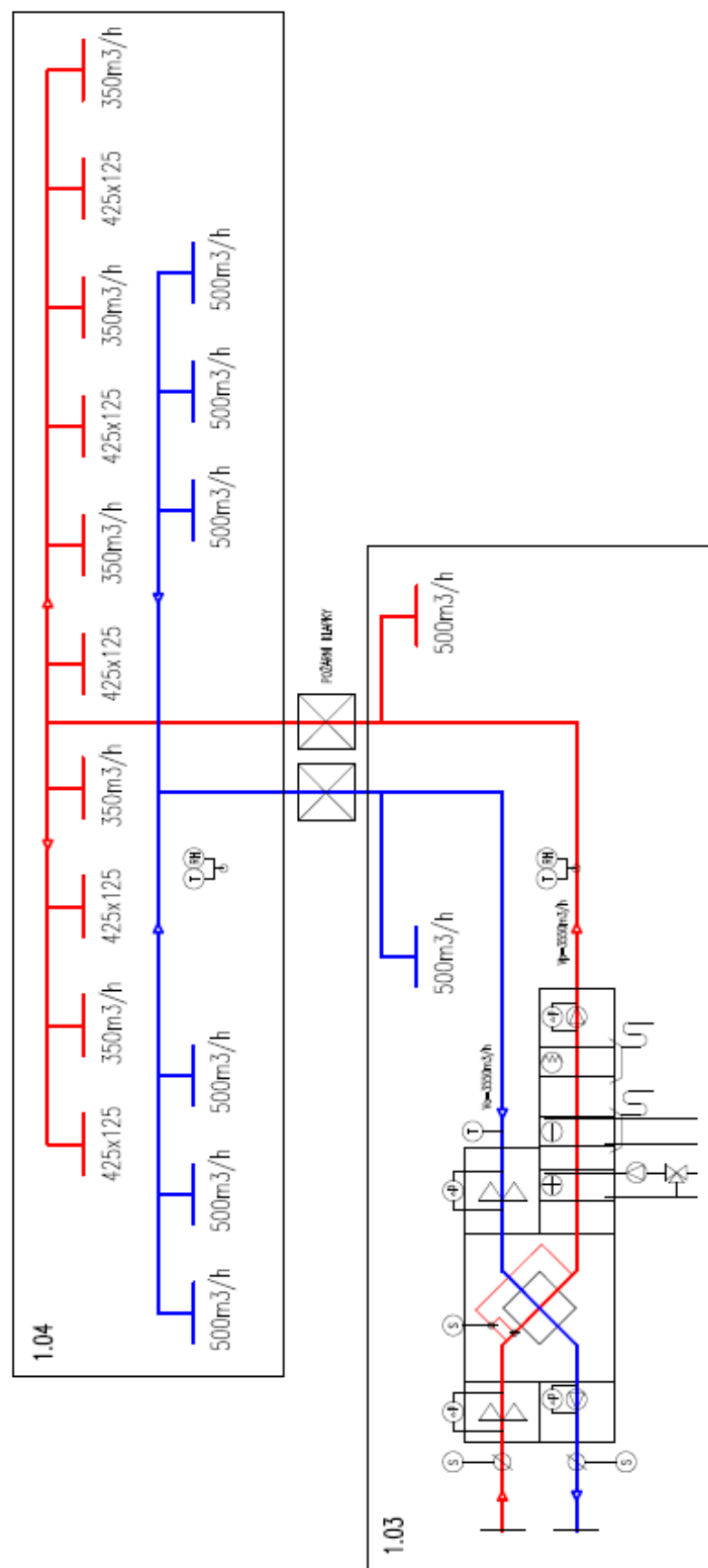
1.1	Kompaktní VZT jednotka Systemair Topvex TX/C03 (viz. Specifikace jednotky)	kpl	1
1.2	Tlumič hluku kulisový MART THKU.400.400.500-3 2X	ks	1
1.3	Požární klapka Mandík PKTM 90 DN280	ks	2
1.4	Vyúst s vířivým výtokem vzduchu Mandík VVM 600 C/V/P/16/R	ks	1
1.5	Talířový ventil přívodní Mandík TVPM 160	ks	1
1.6	Talířový ventil odvodní Mandík TVOM 80	ks	5
1.7	Talířový ventil odvodní Mandík TVOM 125	ks	5
1.8	Talířový ventil odvodní Mandík TVOM 150	ks	1
1.9	Protidešťová žaluzie Mandík PDŽM	ks	2
1.10	Regulační klapka Mandík RKTm 80	ks	5
1.11	Regulační klapka Mandík RKTm 125	ks	6
1.12	Regulační klapka Mandík RKTm 160	ks	1
1.13	Regulační klapka Mandík RKTm 200	ks	1
	Ohebné potrubí SONOFLEX Ø100mm	bm	8
	Ohebné potrubí SONOFLEX Ø140mm	bm	3
	Ohebné potrubí SONOFLEX Ø180mm	bm	3
	Ohebné potrubí SONOFLEX Ø200mm	bm	2
	Kruhové spiro potrubí sk. I do průměru: (vč. tvarových dílů 15%)		
	Ø160mm	bm	8
	Ø225mm	bm	5
	Ø250mm	bm	10
	Ø280mm	bm	32
	Tepelná izolace tl. 40mm	m ²	19
	Protipožární izolace tl. 60mm	m ²	8

Zařízení č. 2 - Nucené větrání a chlazení skladu a technické místnosti

2.1	VZT jednotka Remak Aeromaster XP (viz. Specifikace jednotky)	kpl	1
2.2.1	Tlumič hluku kulisový MART THKU.1000.600.1000-3 5X KTH.100.600.1000	ks	1
2.2.2	Tlumič hluku kulisový MART THKU.1000.500.1500-3 5X KTH.100.500.1500	ks	1
2.3	Požární klapka Mandík PKTM 90 DN500	ks	2
2.4	Vyústka pro kruhové potrubí přívodní Mandík VNKM 2 825x125	ks	1
2.5	Vyústka pro kruhové potrubí odvodní Mandík VNKM 2 825x125	ks	1
2.6	Vyústka pro kruhové potrubí přívodní Mandík VNKM 2 625x125	ks	5
2.7	Vyústka pro kruhové potrubí odvodní Mandík VNKM 1 625x125	ks	6
2.8	Vyústka pro kruhové potrubí přívodní Mandík VNKM 2 425x125	ks	5
2.9	Regulační klapka Mandík RKTm 315	ks	1
2.10	Regulační klapka Mandík RKTm 355	ks	2
2.11	Regulační klapka Mandík RKTm 400	ks	1
	Kruhové spiro potrubí sk. I do průměru: (vč. tvarových dílů 15%)		
	Ø315mm	bm	19
	Ø400mm	bm	5
	Ø500mm	bm	18
	Čtyřhranné potrubí sk. I do obvodu 3000mm	bm	6
	Tepelná izolace tl. 40 mm	m ²	53
	Protipožární izolace tl. 60mm	m ²	34

Zařízení č. 3 - Nucené větrání hlavní místnosti, zázemí, chodeb			
3.1	Kompaktní VZT jednotka Systemair Topvex TX/C03 (viz. Specifikace jednotky)	kpl	1
3.2	Tlumič hluku kulisový MART THKU.600.600.1000-3 4X KTH.100.600.1000	ks	1
3.3	Požární klapka Mandík PKTM 90 DN315	ks	2
3.4	Vyúst s vířivým výtokem vzduchu Mandík VVM 600 C/V/P/16/R	ks	1
3.5	Vyúst s vířivým výtokem vzduchu Mandík VVM 600 C/V/P/24/R	ks	2
3.6	Talířový ventil odvodní Mandík TVOM 125	ks	5
3.7	Talířový ventil odvodní Mandík TVOM 80	ks	8
3.8	Talířový ventil odvodní Mandík TVOM 150	ks	1
3.9	Talířový ventil odvodní Mandík TVOM 200	ks	1
3.10	Talířový ventil přívodní Mandík TVPM 160	ks	1
3.11	Regulační klapka Mandík RKTm 100	ks	12
3.12	Regulační klapka Mandík RKTm 125	ks	2
3.13	Regulační klapka Mandík RKTm 160	ks	1
3.14	Regulační klapka Mandík RKTm 180	ks	1
3.15	Regulační klapka Mandík RKTm 250	ks	2
	Ohebné potrubí SONOFLEX Ø100mm	bm	17
	Ohebné potrubí SONOFLEX Ø125mm	bm	5
	Ohebné potrubí SONOFLEX Ø180mm	bm	2
	Ohebné potrubí SONOFLEX Ø200mm	bm	5
	Kruhové spiro potrubí sk. I do průměru: (vč. tvarových dílů 15%)		
	Ø100mm	bm	8
	Ø140mm	bm	10
	Ø200mm	bm	5
	Ø280mm	bm	32
	Ø315mm	bm	32
	Tepelná izolace tl. 40mm	m ²	19
	Protipožární izolace tl. 60mm	m ²	16
Zařízení č. 4 - Dveřní clona			
4.1	Dveřní clona Remak Doormaster P-8 W-300 <i>specifikace a příslušenství viz profese topení</i>	1	kpl
Zařízení č. 5 - Chlazení showroomu a vstupní haly			
5.1	Podstropní fancoil jednotka DencoHappel Cassette-Geko Big Single GCB2.UWE	1	kpl
5.2	Podstropní fancoil jednotka DencoHappel Cassette-Geko Single GCS2.UWE.SE: <i>specifikace a příslušenství viz profese chlazení</i>	2	kpl

C.3 Regulační schéma



Obrázek 57 Regulační schéma zařízení č. 2

ZÁVĚR

Výsledkem bakalářské práce je navržená vzduchotechnika pro zadaný objekt, sídlo firmy. Bylo postupováno dle platných norem a nařízení. Celkem bylo navrženo 5 zařízení, 3 vzduchotechnické jednotky, dveřní clona ve skladu a chlazení podstropními jednotkami typu fancoil. Po provedeném návrhu byl zpracován projekt na úrovni prováděcí dokumentace.

V teoretické části byly uvedeny typy chladících systému, s větší důraz na vodní systém klimatizace.

POUŽITÉ ZDROJE

ŠIKULA, O., Ochlazování budov. Brno: VUT Brno, FAST, Ústav technických zařízení budov, 2010. Přednášky

RUBINOVA, O., Vzduchotechnika pro obor S. Brno: VUT Brno, FAST, Ústav technických zařízení budov, 2010. Přednášky

TZB-info [online]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>

GB ENERGY HOLDING dostupné z: <http://www.gbenergy.eu>

ČSN EN 15251/2011 – Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení

Vyhláška č. 6/2003 Sb. Hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov

ČSN 01 3454 Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace

Předpis č. 272/2011 Sb. – Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů

ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

AeroCAD – program pro návrh vzduchotechnických jednotek

Teruna – program pro návrh tepelné izolace potrubí

Systemair - podklady výrobce

MartAkustik – program pro návrh tlumičů hluku

Mandík – podklady výrobce

Elektrodesign – podklady výrobce

DencoHappel – podklady výrobce

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

Obrázek 1 Schéma přímého chlazení [2]	12
Obrázek 2 Schéma split systému	13
Obrázek 3 Schéma systému Multisplit.....	13
Obrázek 4 Schéma VRF systému	14
Obrázek 5 Schéma nepřímého chlazení [2]	14
Obrázek 6 Možnosti zapojení jednotek fancoil	15
Obrázek 7 Kazetová jednotka fancoil	16
Obrázek 8 Konstrukční díly podstropní kazetové fancoil jednotky [4]	16
Obrázek 9 Nástěnná jednotka fancoil.....	17
Obrázek 10 Podstropní jednotka fancoil.....	17
Obrázek 11 Chladicí strop lehký	18
Obrázek 12 Schématické řezy základními konstrukcemi chladicích stropů [6]	19
Obrázek 13 Dvoutrubkové zapojení	20
Obrázek 14 Třítrubkové zapojení	20
Obrázek 15 Nepřepínací čtyřtrubkové zapojení.....	21
Obrázek 16 Přepínací čtyřtrubkové zapojení	21
Obrázek 17 Princip fungování indukční jednotky	22
Obrázek 18 Možnosti provedení indukčních jednotek	22
Obrázek 19 Bloková chladicí jednotka	23
Obrázek 20 Chladicí jednotka se vzduchem chlazeným kondenzátorem	23
Obrázek 21 Vzduchem chlazený kondenzátor	24
Obrázek 22 Bloková chladicí jednotka	24
Obrázek 23 Chladicí jednotka s vodou chlazeným kondenzátorem se suchým chladičem kapaliny	25
Obrázek 25 Chladicí jednotka s vodou chlazeným kondenzátorem s otevřenou chladicí věží ...	25
Obrázek 24 Chladicí jednotka s vodou chlazeným kondenzátorem a uzavřenou chladicí věží	25
Obrázek 26 Princip absorpčního chlazení	26
Obrázek 27 Schéma rozdělení objektu do funkčních zón	30
Obrázek 28 Skladby konstrukcí a součinitele prostupu tepla	31
Obrázek 29 Místnost č. 1.01 Vstupní hala	35
Obrázek 30 Místnost č. 1.02 Víceúčelová hala	39
Obrázek 31 Místnost č. 1.02 Sklad/dílna	42
Obrázek 32 Akustické výkony a tlakové ztráty ve vyústce VVM (24 lamel).....	48
Obrázek 33 Akustické výkony a tlakové ztráty ve vyústce VVM (16 lamel)	49
Obrázek 34 Akustické výkony a tlakové ztráty ve vyústce TVOM 80	50
Obrázek 35 Akustické výkony a tlakové ztráty ve vyústce VNKM	51
Obrázek 36 Dimenzační schéma.....	53
Obrázek 37 Parametry zařízení č. 1	58
Obrázek 38 Rozměry zařízení č. 2.....	59
Obrázek 39 H-X Diagram zařízení č. 2.....	60

Obrázek 40 Návrh zařízení č. 1	61
Obrázek 41 Návrh zařízení č. 3	61
Obrázek 42 Detaily zařízení č. 1.....	62
Obrázek 43 Detaily zařízení č. 3.....	62
Obrázek 44 Technické údaje zař. č. 1 a 3	63
Obrázek 45 Rozměry zař. 1 a 3	63
Obrázek 46 Konstrukční detaily zař. č. 1 a 3	64
Obrázek 47 Navržený tlumič na výfukovém potrubí, zař. č. 1.....	67
Obrázek 48 Navržený tlumič na přívodním potrubí, zař. č. 2.....	69
Obrázek 49 Navržený tlumič na výfukovém potrubí, zař. č. 2.....	71
Obrázek 50 Navržený tlumič na výfukovém potrubí, zař. č. 3.....	74
Obrázek 51 Posouzení izolace přívodního spiro potrubí ve skladu v zimě	75
Obrázek 52 Posouzení izolace sacího hranatého potrubí ve strojovně v létě	76
Obrázek 53 Návrhový diagram dveřní clony	77
Obrázek 54 Dveřní clona Remak Doormaster, schéma	77
Obrázek 55 Technické parametry dveřní clony	78
Obrázek 56 Podstropní fancoil jednotka DencoHappel Cassette-Geko Single	79
Obrázek 57 Regulační schéma zařízení č. 2.....	93

Tabulky

Tabulka B.1 Tabulka parametrů	28
Tabulka B.2 Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.01 Vstupní hala	32
Tabulka B.3 Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.02 Víceúčelová hala	33
Tabulka B.4 Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.04 Dílna/sklad.....	34
Tabulka B.5 Intenzita sluneční radiace pro místnost 1.01	36
Tabulka B.6 Množství odváděného vzduchu pro hygienická zařízení	46
Tabulka B.7 Tabulka místností	47
Tabulka B.8 Přehled navržených vyústek	52
Tabulka B.9 Dimenzování potrubí zařízení č. 1	54
Tabulka B.10 Dimenzování zařízení č. 2.....	55
Tabulka B.11 Dimenzování zařízení č. 3.....	56
Tabulka B.12 Útlum hluku zař. č. 1 - interiér	65
Tabulka B.13 Útlum hluku zař. č. 1 - exteriér	66
Tabulka B.14 Útlum hluku zař. č. 2 - interiér	68
Tabulka B.15 Útlum hluku zař. č. 2 - exteriér	70
Tabulka B.16 Útlum hluku zař. č. 3 - interiér	72
Tabulka B.17 Útlum hluku zař. č. 3 - exteriér	73
Tabulka B.18 Návrh jednotek fancoil.....	79
Tabulka C.1 Tabulka parametrů	82
Tabulka C.2 Množství odváděného vzduchu pro hygienická zařízení	84
Tabulka C.3 Tabulka místností	87
Tabulka C.4 Tabulka zařízení	90

PŘÍLOHY

Výkresová dokumentace

- Výkres č. 1 - Půdorys (M 1:50)
- Výkres č. 2 - Řez (M 1:50)

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VYSOKOŠKOLSKÉ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 5. 2017

.....

podpis autora